Aus der Augenklinik
des Klinikums Westend der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. J. Wollensak

RETINOMETERUNTERSUCHUNGEN BEI CATARACT UND ANDEREN AUGENERKRANKUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Marietta Linnarz, geb. Günther
geboren in Berlin
1905

UNIV.
LEIDEN
[illegible]

Aus der Augenklinik
des Klinikums Westend der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof.Dr.J.Wollensak

RETINOMETERUNTERSUCHUNGEN

BEI CATARACT UND ANDEREN AUGENERKRANKUNGEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Marietta Linnarz, geb.Günther
geboren in Berlin

Referent: Prof.Dr.J.Wollensak
Korreferent: Prof.Dr.H.Witschel

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 8.März 1985

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548822_0019

GLIEDERUNG

	Seite
1. Einleitung	1
2. Material und Methoden	4
2.1 Merkmale des untersuchten Patientenkollektivs	4
2.2 Methode des Starschnittes	10
2.3 Zur Auswertung der Korrelogramme	10
3. Darstellung und Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Retinometer- und Visuswerten bei Cataract und anderen Augenerkrankungen	14
3.1 Vergleich zwischen Retinometer- und Visuswerten vor und nach Cataractoperationen	14
3.1.1 Retinale Sehschärfe und Visus präoperativ	14
3.1.2 Präoperative retinale Sehschärfe und postoperativ ermittelter Visus	23
3.1.3 Prä- und postoperativ ermittelte retinale Sehschärfe	34
3.2 Retinale Sehschärfe bei verschiedenen anderen Augenerkrankungen: Chorioretinitis, Amotio retinae, Netzhautforamen, Neuritis retrobulbaris, vaskuläre Papillitis, Macularleiden, Retinopathia diabetica et pigmentosa, Amblyopie, Zentralvenen- und Venenastverschluß, Zentralarterien- und Arterienastverschluß, Glaskörperhämorrhagie, Iridocyclitis, Verätzung, Contusio	36
3.3 Vergleich der Ergebnisse von Cataract und anderen Augenerkrankungen	41
4. Diskussion der Literatur	44
4.1 Rassow und Wolf 1977	44
4.2 Rassow und Rätzke 1977	47
4.3 Mischer, Nover und Heinrich 1980	51
4.4 Makabe 1980	53
4.5 Kolling 1978	56
4.6 Green und Cohen 1971	59
4.7 Rassow und Wolf 1973	63
4.8 Green 1970	65
4.9 Zusammenfassende Beurteilung und Diskussion	67
5. Zusammenfassung	70
6. Anhang	73
7. Literaturverzeichnis	79

1. EINLEITUNG

Für Arzt und Patient ist es wichtig, vor einer geplanten Cataractoperation eine Prognose über den erreichbaren Visus zu erhalten. Das entscheidende Kriterium ist dabei das Auflösungsvermögen der Netzhaut. Dieses Auflösungsvermögen läßt sich mit normalen Visusbestimmungen (Sehtafeln) nicht ermitteln.

Eine trübe Linse bei Cataracterkrankungen oder eine Trübung durch Hornhautverletzungen, Iridocyclitis und Glaskörperhämorrhagie verhindern eine Abbildung der Optotypen auf der Netzhaut.
Zu diesem Problem hatte schon Le Grand 1935 vorgeschlagen, die Sehschärfe mit einem Verfahren zu bestimmen, bei dem man zwei kohärente Lichtstrahlen in der Pupille des Auges abbildet. Auf der Netzhaut werden im Überlappungsbereich dieser beiden Teilbündel Interferenzstreifen erzeugt, die auch subjektiv als helle und dunkle Streifen empfunden werden. Dabei ist entscheidend, daß die Streifen unter Ausschaltung der brechenden Medien des Auges entstehen.
Eine Lichtquelle wurde erforderlich, mit der ein Lichtbündel geringsten Durchmessers, hoher Energiedichte sowie großer Kohärenz erzeugt werden konnte. Durch die Entdeckung des Laserprinzips war es Champell und Green (1967) möglich, in ihren Experimenten zur Bestimmung der "Retinalen Sehschärfe" einen Helium-Neon-Laser geringer Leistung zu benutzen.
Weitere Untersucher (Goldmann und Lotmar 1969, Lotmar 1972, Green 1970, Gstadler und Green 1971, Green und Cohen 1971, Rassow und Wolf 1973) beschäftigten sich mit der Anwendbarkeit des Lasers zur Bestimmung der "Retinalen Sehschärfe" bei trüben Augenmedien.
Rassow und Wolf entwickelten von 1970 an ein Laserinterferenzgerät, das seit einiger Zeit für den Routinegebrauch Verwendung findet. Es handelt sich dabei um das Retinometer der Firma Rodenstock. Dieses Gerät bildet auch die Grundlage für die Untersuchungen der "Retinalen Sehschärfe" an der Universitätsaugenklinik Berlin des Klinikums Westend. Dort ist es seit August 1979 in routinemäßigem Gebrauch.

Die "Retinale Sehschärfe" (RS) gibt an, wie groß die Sehfähigkeit ist, wenn alle optisch brechenden, vorgeschalteten Medien im Auge "eliminiert" sind.
Der Zusammenhang zwischen RS und Visus ist empirisch ermittelt worden (Rassow und Steck in Vorbereitung, zitiert in Rassow und Rätzke 1977). Danach ergab sich, daß man einem Visus von 1,0 ein Auflösungsvermögen von 33 Linien pro Sehwinkelgrad zuordnen kann.
Weiterhin besteht ein fast linearer Zusammenhang zwischen Liniendichte und Sehschärfe (Rassow und Wolf 1977). So konnten durch den Laser dargebotene Linien pro Sehwinkelgrad auf der Netzhaut bestimmten Visusäquivalenten zugeordnet werden. Diese Visusäquivalente bilden die Retinale Sehschärfe. Nach der Umrechnung läßt sich die Retinale Sehschärfe mit dem herkömmlichen Visus vergleichen. Mit dem Rodenstock-Retinometer ist es möglich, Liniendichten definierter Abstufung (0,03 ; 0,06 ; 0,12 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,63 ; 0,8 ; 1,0) zu erfassen.

Kennt man nun die Retinale Sehschärfe, dann verfügt man über einen Maßstab, mit Hilfe dessen die prinzipielle Erfolgsaussicht eines ophthalmologischen Eingriffes, bei Indikation von Medientrübungen im weitesten Sinne, beurteilt werden kann.
Die Retinale Sehschärfe fungiert somit als prognostisches Instrument.
Ob das Retinometer verläßlich und geeignet ist, die ihm zugedachten Aufgaben zu erfüllen, ist auch eine empirische Frage.
In der hier vorliegenden Arbeit wird versucht, die Qualität von Retinometerwerten einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Dabei ist die Analyse empirisch orientiert.
Als Gütekriterium zur Beurteilung der Retinometerwerte dienen die korrespondierenden Visuswerte, die entweder vor oder nach der Cataractoperation ermittelt wurden. Neben der Anwendbarkeit bei Cataracterkrankungen sollen auch die Korrelationsergebnisse bei verschiedenen anderen Augenerkrankungen vorgestellt werden.

Das der Untersuchung zugrunde liegende Datenmaterial bezieht sich auf Krankengeschichten eines Patientenkollektivs der Universitätsaugenklinik des Klinikums Westend.
Bezugszeitraum ist der Zeitraum vom August 1979 bis zum November 1981. Die Krankengeschichten von 569 Patienten fanden in der Arbeit Berücksichtigung.

Der Gang der Untersuchung ist wie folgt:
Zunächst werden die Besonderheiten des Datenmaterials herausgearbeitet. Das Korrelogramm wird vorgestellt und die Methode der Auswertung beschrieben.
Im Hauptteil der Untersuchung werden unter Rückgriff der deskriptiven Statistik Zusammenhänge zwischen Retinometer- und Visuswerten dargestellt und beschrieben. Die Retinometer- und Visuswerte wurden bei verschiedenen Indikationen und zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelt.
Anschließend werden die Ergebnisse einschlägiger Fachliteratur vorgestellt und mit der eigenen Untersuchung verglichen.
Faktoren, die den Vergleich zwischen Retinaler Sehschärfe und Visus beeinflussen und stören, werden in dieser Arbeit analysiert.
Zuletzt werden die Ergebnisse noch einmal zusammengefaßt.

2. MATERIAL UND METHODEN

Insgesamt finden in der Untersuchung die Daten von 569 Patienten Berücksichtigung. Das Datenmaterial entstammt Krankengeschichten der Universitätsaugenklinik des Klinikums Westend der Freien Universität Berlin. Bezugszeitraum ist der Zeitraum von August 1979 bis November 1981.

2.1 Merkmale des untersuchten Patientenkollektivs

Die Patienten werden aufgrund ihrer Augenerkrankung entweder
dem Kollektiv mit Cataracterkrankungen
oder
dem Kollektiv mit "anderen Augenerkrankungen"
zugeordnet. Haben Patienten auf dem einen Auge eine Cataract und auf dem zweiten eine "andere Augenerkrankung", werden sie doppelt berücksichtigt.

Im Kollektiv mit Cataracterkrankungen werden 300 Augen von 275 Patienten untersucht. Es kamen hier verschiedene Formen und Stadien der Erkrankung vor.(siehe dazu Abbildung 1)

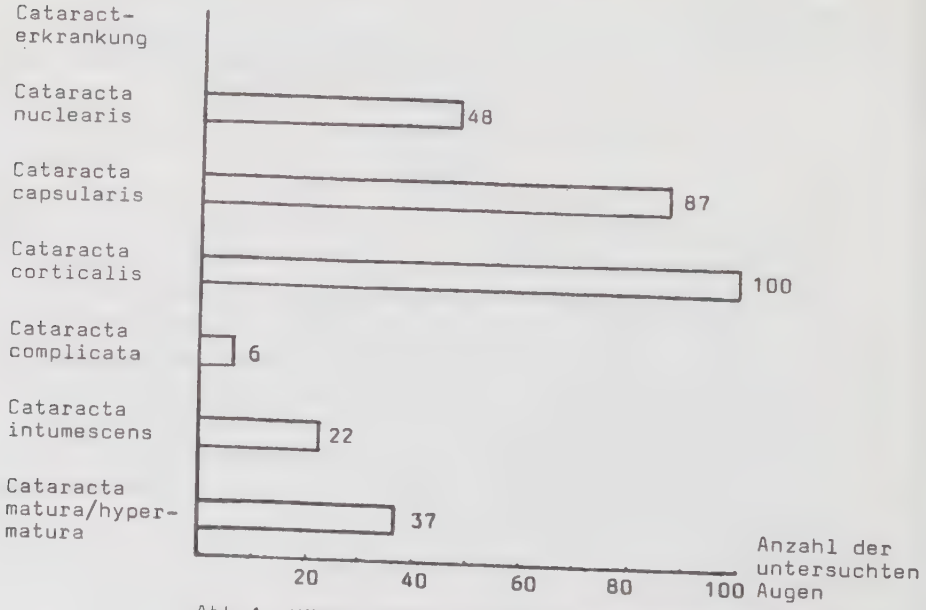

Abb.1: Häufigkeitsverteilung verschiedener Cataractstadien und Formen, die im Kollektiv "Cataract" berücksichtigt werden.

Bei Cataracta nuclearis handelt es sich in allen 48 Fällen untersuchter Patientenaugen um eine reine Kerncataract.
Bei Cataracta capsularis (78 Augen) gibt es Augen mit vorderer und/oder hinterer Kapseltrübung. Zusätzlich kann eine Kerntrübung vorliegen.
Auch bei Cataracta corticalis ist die vordere und/oder die hintere Rinde getrübt. Zusätzlich kann der Kern und/oder die Kapsel getrübt sein. Diese Gruppe ist mit 100 Augen das größte Kollektiv.
Cataracta complicata wird mit 6 Augen als kleinste Gruppe berücksichtigt.
Weitere Gruppen bilden Cataracta intumescens mit 24 Augen und Cataracta matura/hypermatura mit 37 Augen.

Bei einer Reihe anderer Augenerkrankungen wird das Retinometer ebenfalls eingesetzt.
Abbildung 2 zeigt die Häufigkeitsverteilung der untersuchten Augen bei verschiedenen Augenerkrankungen, die für den Vergleich von RS und Visus relevant erscheinen.
Visus und RS sind am gleichen Tag bestimmt worden.
Insgesamt gehen in das Kollektiv der anderen Augenerkrankungen 415 Augen von 328 Patienten ein.

In der Abbildung werden folgende Krankheiten zusammengefaßt und im Ergebnisteil als eine Gruppe berücksichtigt:

Amotio retinae (n=41) und Netzhautforamen (n=9),
Zentralvenenverschluß (n=15) und Venenastverschluß (n=9),
Zentralarterienverschluß (n=13) und Arterienastverschluß (n=10),
Retinopathia diabetica (n=25) und Retinopathia pigmentosa (n=4).

Einzelne Erkrankungen sind folgendermaßen charakterisiert:

Eine Chorioretinitis kann zentral oder parazentral vorhanden sein (n=13).
Feuchte, trockene, senile und sklerotische Macularleiden (n=83) werden zusammengefaßt.

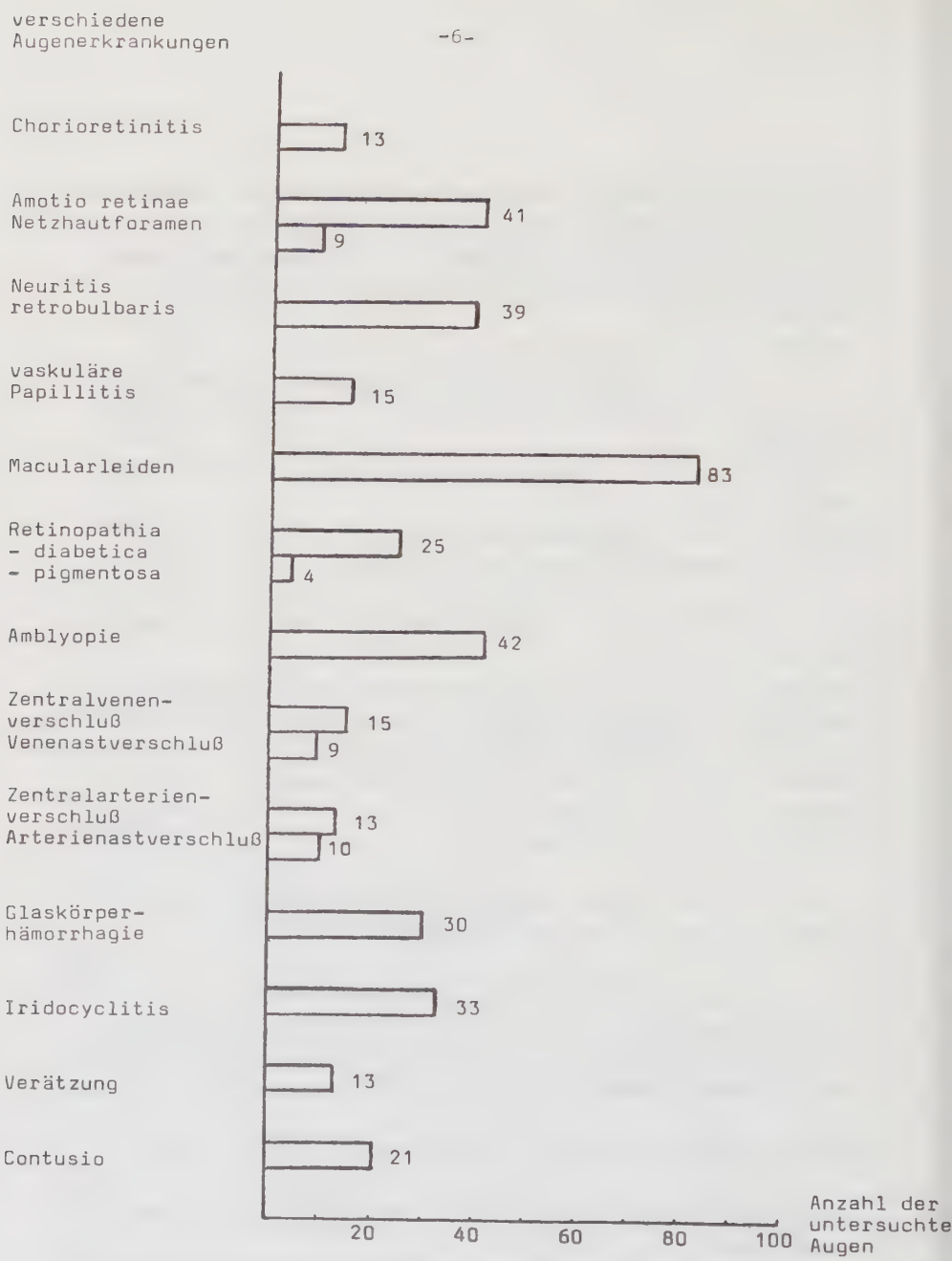

Abb.2: Häufigkeitsverteilung der untersuchten Augen bei verschiedenen Augenerkrankungen, die im Kollektiv "andere Augenerkrankungen" berücksichtigt werden.

Der Amblyopie (n=42) werden Schielamblyopie und Amblyopia ex anisometropia zugerechnet.
In die Gruppe der Glaskörperhämorrhagie (n=30) gehen auch Augen mit zusätzlicher Retinopathia diabetica ein.
Eine akute oder chronische Iridocyclitis (n=33) kann serös und/oder fibrinös sein.
Eine Verätzung (n=13) ist durch Tränengas, Säure oder Lauge entstanden.

Berücksichtigung fanden weiterhin Neuritis retrobulbaris mit 39 Augen und vaskuläre Papillitis mit 15 Augen.

Tabelle 1 zeigt die Altersverteilung der untersuchten Personen.

Augenerkrankung / Alter (Jahre)	Cataractgruppe I 1)	Cataractgruppe II 2)	andere Augenerkrankung 3)	Cataract kombiniert mit and. Augenerkr.	Summe
11-20	1	1	8	1	10
21-30	-	-	20	-	20
31-40	2	-	34	-	36
41-50	11	6	36	2	49
51-60	17	12	35	1	53
61-70	47	34	59	6	112
71-80	102	85	66	16	184
über 80	61	54	35	9	105
Summe	241	192	294	34	569

Tab.1: Altersverteilung der untersuchten Patienten in den verschiedenen Untergruppen. (Erläuterungen siehe Text)

1) Patienten, von denen ein postoperativer Visus vorliegt.
2) Patienten, von denen ein zweiter postoperativer Visus vorliegt, die aber in der Cataractgruppe I enthalten sind.
3) Patienten, die eine der in Abb.2 genannten Erkrankungen haben.

Der jüngste Patient ist 11, der älteste 93 Jahre alt.
In der Gesamtverteilung bilden die 71- bis 80-jährigen die Modalklasse mit 184 Patienten. Von den 569 Patienten sind 401 (70%) älter als 60 Jahre.
In der Cataractgruppe I sind 210 Patienten (87%) älter als 60 Jahre. 163 Patienten sind älter als 70 Jahre. Das sind 68% aller in dieser Gruppe untersuchten Patienten.
Bei den anderen Augenerkrankungen sind von 294 Personen 160 (54%) älter als 60 Jahre und 101 Personen (42%) älter als 70 Jahre. Von der Altersverteilung her ist diese Patientengruppe jünger als die Cataractgruppe.

Tabelle 2 zeigt die Geschlechterverteilung der untersuchten Personen in den Untergruppen und im Gesamtkollektiv.
Insgesamt gehen mehr männliche (n=296) als weibliche (n=273) Patienten in die Untersuchung ein. Dieses Überwiegen der untersuchten männlichen Patienten wird vornehmlich durch die Gruppe der anderen Augenerkrankungen (170 Männer, 124 Frauen) bestimmt.
In der Cataractgruppe I sind mehr Frauen (n=132) untersucht worden als Männer (n=109).
In der Gruppe "Cataract kombiniert mit anderen Augenerkrankungen" ist das Verhältnis gleich (17 Frauen, 17 Männer).

Augenerkrankung / Geschlecht	Cataractgruppe I	Cataractgruppe II	andere Augenerkrankung	Cataract kombiniert mit and. Augenerkr.	Summe
männlich	109	87	170	17	296
weiblich	132	105	124	17	273
Summe	241	192	294	34	569

Tab.2: Häufigkeitsverteilung der Geschlechter in den gebildeten Untergruppen.

Tabelle 3 zeigt die Verteilung der erkrankten rechten und linken Augen in den Untergruppen.
423 Patienten sind entweder mit ihrem rechten (n=218) oder mit dem linken Auge (n=205) erkrankt.

Augenerkrankung / erkranktes Auge	Cataractgruppe I	Cataractgruppe II	andere Augenerkrankung	Summe
rechtes Auge	111	98	107	218
linkes Auge	105	83	100	205
Summe	216	181	207	423

Tab.3: Häufigkeitsverteilung der rechten und linken Augen in den gebildeten Untergruppen.

Einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Augen in den Untergruppen mit Berücksichtigung, ob jeweils ein Auge oder beide Augen in die Untersuchung eingehen, zeigt Abbildung 3.

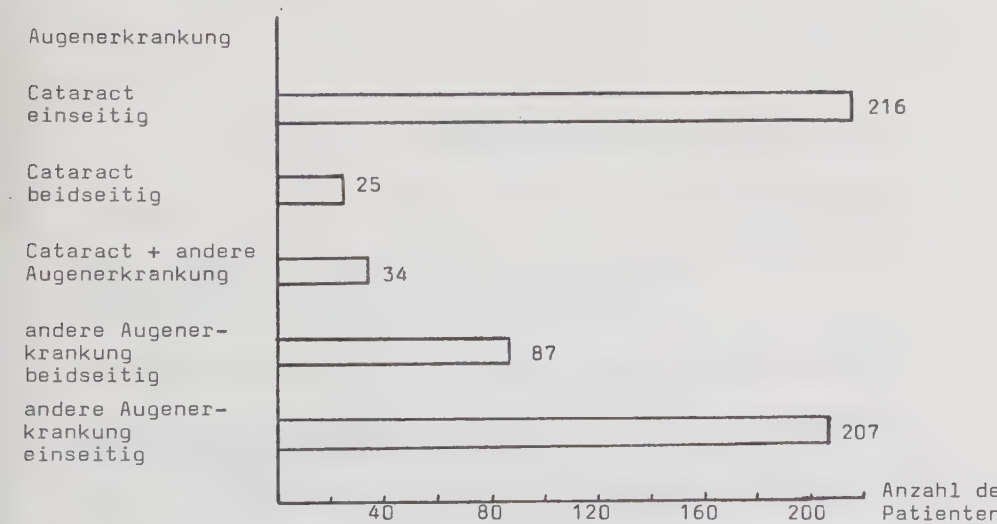

Abb.3: Häufigkeitsverteilung der Patienten in den einzelnen Gruppen, wobei berücksichtigt wird, ob jeweils ein Auge oder beide Augen in die Untersuchung eingehen.

Von 146 Patienten werden in der Untersuchung beide Augen berücksichtigt.
Entweder haben die Patienten beidseitig eine Cataract (n=25), oder sie haben einseitig eine Cataract kombiniert mit einer anderen Augenerkrankung auf dem zweiten Auge (n=34), oder beide Augen erkrankten an einer der anderen Augenerkrankungen (n=87).

2.2 Methode des Starschnittes

Die in der Universitätsaugenklinik Westend üblicherweise angewandte Starschnitt-Methode ist die Lappenextraction: Eröffnen der Vorderkammer mit dem Graefe-Messer durch Bogenschnitt, absichtlich nicht vollendet. Vorlegen von zwei Nähten bei 11 und 1h. Vollendung des Schnittes zu beiden Seiten mit gebogender Schere (Vannasschere). Zur Vermeidung von Irisvorfall und Pupillarblock in der postoperativen Phase wird eine basale Iridektomie durchgeführt. Es folgt die intracapsuläre Extraction der Linse mit dem Extractor nach Amoils. Schluß der vorgelegten Nähte, jeweils eine weitere Naht bei 12, 10, und 2h.

2.3 Zur Auswertung der Korrelogramme

Die Korrelogramme der vorliegenden Arbeit zeigen den Zusammenhang von

a) retinaler Sehschärfe (RS) und Visus
b) prä- und postoperativer retinaler Sehschärfe.

Die Korrelogramme (z.B. Abbildung 4) sind wie folgt konstruiert:
Auf der Abszisse (x-Achse)
ist immer (bei a und b) die präoperative RS aufgetragen.
Die Skala reicht von null bis 1,0. Null bedeutet, daß die Patienten keine Streifen auf der Netzhaut wahrnehmen.
Auf der Ordinate (y-Achse)
ist bei a) der Visus aufgetragen. Die Skala enthält Lichtschein (Ls), Handbewegung (Hb) und Fingerzählen (Fz) als niedrigste Sehstufenleistung. Die höchste Sehstufenleistung ist mit Visus größer gleich 1,0 gekennzeichnet. Sie enthält auch Werte bis 1,2. Bei b) ist auf der Ordinate der postoperative Retinometerwert aufgetragen. Die Skaleneinteilung gleicht der Einteilung auf der Abszisse.

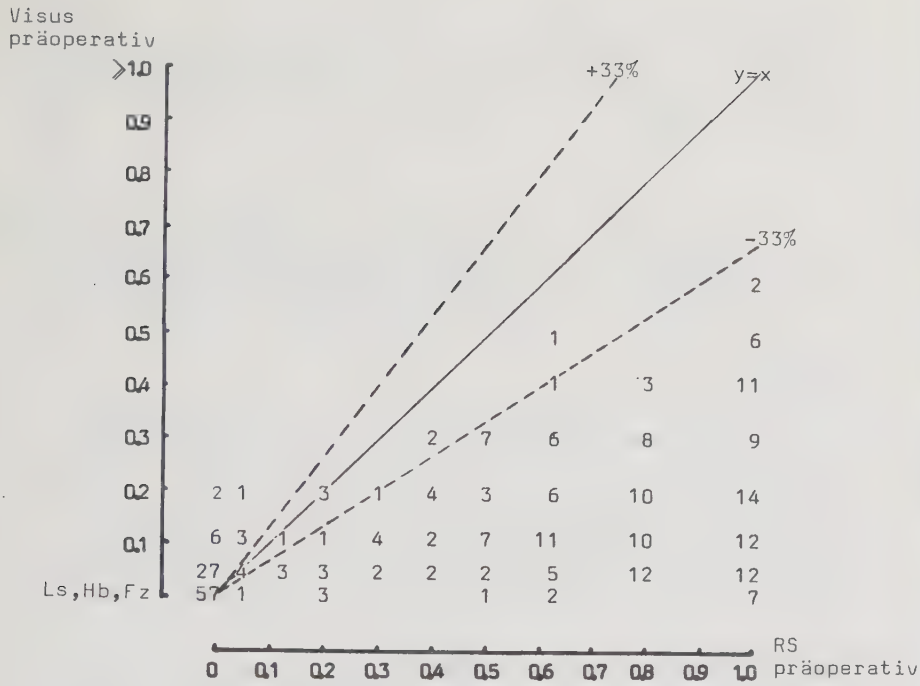

Abb.4: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei 300 Augen von 275 Patienten mit Cataract-erkrankung.

Die Zahlen in den Korrelogrammen geben an, wie häufig ein Ergebnis vorkommt (z.B. 10 bedeutet, daß 10 Augen das gleiche Ergebnis bezüglich RS und Visus erreichen).

In einigen Korrelogrammen sind drei Geraden eingezeichnet.

Die Winkelhalbierende mit y=x

Für die Punkte, die auf der Winkelhalbierenden liegen, gilt, daß RS und Visus übereinstimmen.
Beispiel: RS=0,6 ; Visus=0,6

Die +33%-Gerade mit $y=\frac{4}{3}x$

Für die Punkte, die auf der +33%-Geraden liegen, gilt, daß der Visus um ein Drittel besser ist als der korrespondierende Retinometerwert.
Beispiel: RS=0,6 ; Visus=0,8

Die -33%-Gerade mit $y=\frac{2}{3}x$

Die Punkte, die auf der -33%-Geraden liegen, haben einen Visus, der um ein Drittel schlechter ist als der korrespondierende Retinometerwert.
Beispiel: RS=0,6 ; Visus=0,4

Der Retinometerwert ist mit 100% immer der Bezugswert.
Durch die Konstruktion der Geraden ist es möglich, die Patientenaugen - abhängig von der Lage der zugehörigen Ergebnispunkte im Korrelogramm - in Ergebnisgruppen einzuordnen.

RS=Visus

Es werden die Augen berücksichtigt, deren RS und Visus gut korrelieren. Das bedeutet, daß ein Visus in dieser Gruppe berücksichtigt wird, der bis zu einem Drittel vom Retinometerwert abweicht. Die Meßpunkte liegen im Korreogramm auf und zwischen den 33%-Geraden und auf der Winkelhalbierenden.
(Siehe Abb.4: 13 von 300 Augen, die im Korrelogramm als Meßpunkte eingetragen sind, gehören zu dieser Ergebnisgruppe.)

In der Literatur wird die Übereinstimmung" von RS und Visus sehr unterschiedlich definiert. Einige Studien (z.B. Makabe 1980) lassen eine Abweichung der RS vom Visus (und umgekehrt) bis zu 50% als Übereinstimmung gelten.
Diese Toleranzbreite erscheint mir für die Aussagekraft des Retinometers als prognostisches und diagnostisches Instrument zu hoch. Beträgt die RS zum Beispiel 0,6, wird ein Visus von 0,3 bzw. 0,9 als RS=Visus gewertet.
In der vorliegenden Untersuchung wird dagegen bei der RS von 0,6 ein Visus von 0,4 bzw. 0,8 als Übereinstimmung akzeptiert. Die 33%-Abweichung, wie sie in der vorliegenden Arbeit verwendet wird, entspricht den Abweichungen bei gesunden Augen. Zudem wird in den Korrelogrammen einiger Autoren (Rassow und Wolf 1977) die RS in dem Bereich von 0,7 bis 1,0 (ca. 33%) als ein Wert dem Visus gegenübergestellt.

Visus>RS

Alle Punkte, die oberhalb der +33%-Geraden ($y=\frac{4}{3}x$) liegen, bilden diese Gruppe. Bei den Augen ist der Visus um mehr als ein Drittel besser als der entsprechende Retinometerwert.
(Abb.4: 39 von 300 Augen)

RS>Visus

Zu dieser Gruppe gehören Punkte, die unterhalb der -33%-Geraden ($y=\frac{2}{3}x$) liegen. Bei diesen Augen ist der Visus um mehr als ein Drittel kleiner als der entsprechende Retinometerwert. (Abb.4: 191 von 300 Augen).

RS=0, Visus=Ls,Hb,Fz

Hierzu gehören Augen, bei denen keine RS bestimmt werden konnte, die aber noch einen Visus von Lichtschein, Handbewegung, Fingerzählen haben. (Abb.4: 57 von 300 Augen)

3. DARSTELLUNG UND BESCHREIBUNG DES ZUSAMMENHANGS ZWISCHEN RETINOMETER- UND VISUSWERTEN BEI CATARACT- UND ANDEREN AUGENERKRANKUNGEN

3.1 Vergleich von Retinometer- und Visuswerten vor und nach Cataractoperationen

3.1.1 Retinale Sehschärfe und Visus präoperativ

Von 275 Patienten gelangten 300 Patientenaugen zu einer Cataractoperation. Abbildung 4 zeigt den Zusammenhang von RS und Visus vor der Cataractoperation.
(Abbildung 4 ist auch auf Seite 11 dargestellt.)

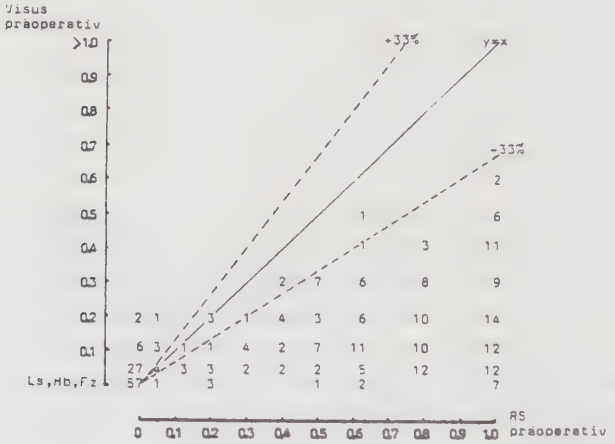

Abb.4: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei 300 Augen von 275 Patienten mit Cataracterkrankung.

Bei Gleichwertigkeit der beiden Meßmethoden zur Bestimmung von RS und Visus müßten die Meßpunkte entlang der eingezeichneten Winkelhalbierenden (durchgezogene Linie) liegen.
Tatsächlich aber ergibt sich eine Häufung von Punkten unterhalb der -33%-Geraden. Das bedeutet, daß für die untersuchten Patientenaugen die Messung der RS mehr Information über die tatsächlich vorhandene Sehfunktion der Netzhaut gebracht hat als die Visusbestimmung. Das war auch zu erwarten.

Im einzelnen lassen sich wie bei Rassow und Wolf (1977) folgende vier Ergebnisgruppen unterscheiden:

RS=Visus

Hierzu gehören alle Augen, bei denen RS und Visus gleiche Meßergebnisse zeigen. Die Punkte liegen entlang der Winkelhalbierenden oder innerhalb der unter 2.2 vorgestellten +33%- und -33%-Geradenschere.
13 von 300 untersuchten Augen fallen in diese Gruppe.
Das entspricht 4% des Gesamtkollektivs,

Visus> RS

Zusammengefaßt werden die 39 Augen (13% des Gesamtkollektiv), die im Korrelogramm als Punkte oberhalb der Winkelhalbierenden, über der +33%-Geraden aufgetragen sind. Dabei ist der Visus nur geringfügig besser als die RS. 35 der 39 Augen zeigen keine RS. Sie erreichen einen Visus von 0,02-0,08 (27 Augen) bis 0,2 (2 Augen). Die restlichen 4 Augen haben eine RS von 0,05. Der Visus beträgt hierbei 0,1 (3 Augen) und 0,2 (1 Auge).

RS>Visus

Bei 191 von 300 untersuchten Augen ist die RS deutlich besser als der entsprechende Visus. Dies sind 64% des Gesamtkollektivs. Die Meßpunkte liegen unterhalb der -33%-Geraden.

RS=0, Visus=Ls,Hb,Fz

57 Augen (19%) des Gesamtkollektivs haben keine RS, der Visus liegt lediglich bei Lichtschein (Ls), Handbewegung (Hb) oder Fingerzählen (Fz).
Hierbei ist zunächst nicht entscheidbar, ob die starke Linsentrübung einen so hohen Grad an Homogenität erreicht hat, daß wegen der Undurchlässigkeit des Mediums kein Interferenzmuster auf der Netzhaut entstehen kann, oder ob tatsächlich eine verringerte Netzhautfunktion vorliegt.

Zusammenfassend zeigt sich, daß beim Vergleich von RS und Visus präoperativ der überwiegende Teil der Augen (64%) eine RS hat, die besser ist als der entsprechende Visus. Das war auch zu erwarten.

Trotz schlechtem oder herabgesetztem Visus haben diese Augen somit eine bessere Netzhautfunktion als der Visus ergibt.

In Abbildung 4a ist in einem Komponentenstabdiagramm der prozentuale Anteil der Patientenaugen dargestellt, die in den verschiedenen präoperativen Visusgruppen das Streifenmuster (Interferenzbild auf der Netzhaut) erkennen bzw. nicht erkennen (Kolling 1978).

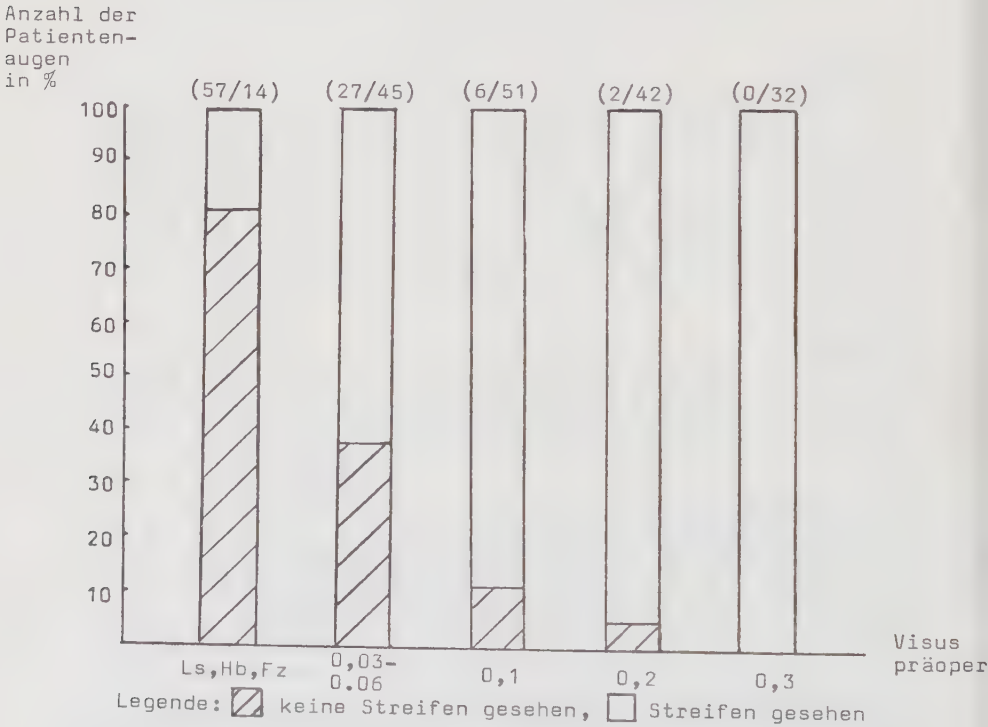

Abb.4a: Prozentualer Anteil der Patientenaugen, bei denen eine RS bestimmt oder nicht bestimmt werden konnte. Dabei ist noch zusätzlich der dazugehörige präoperative Visus berücksichtigt. (Die Zahlen in den Klammern geben die absoluten Häufigkeiten an. 1.Komponente: keine Streifen gesehen, 2.Komponente: Streifen erkannt)

Die Darstellung zeigt noch deutlicher als Abb.4, daß mit abnehmendem Visus der prozentuale Anteil derer, die das Streifenmuster nicht erkennen, größer wird.
Von den untersuchten Augen, die einen Visus von 0,3 oder besser haben, sehen alle die Streifenmuster auf der Netzhaut. Bei einem Visus von 0,2 erkennen 5% der Augen mit diesem Visus die Streifen nicht. 81% der Augen, die einen Visus von Lichtschein, Handbewegung oder Fingerzählen haben, nehmen keine Streifen wahr.

Abbildung 4a zeigt nur den Unterschied "Streifen gesehen" und "keine Streifen gesehen" bei Visuswerten von Ls,Hb,Fz bis 0,2. "Streifen gesehen" sagt noch nichts über den erreichten Retinometerwert aus. Er kann 0,05 bis 1,0 betragen. Interessant ist es jedoch zu erfahren, welche Werte die RS bei den genannten Visus annimmt.
Eine genaue Verteilung der Retinometerwerte bei ausgewählten Visuswerten zeigt Abbildung 4b. (Rassow und Wolf 1972)
Die Darstellung gibt in Prozent an, wie häufig ein Retinometerwert bei einem bestimmten Visus auftrat. In den 4 Diagrammen ist jeweils rechts oben der Visus angegeben. Beschrieben wird die Retinometerwert-Verteilung bei Visuswerten von Ls,Hb,Fz; 0,03-0,06; 0,1; 0,2.

In der Abbildung 4b verschiebt sich mit zunehmendem Visus (von Ls,Hb,Fz bis 0,2) der prozentuale Häufigkeitsanteil der RS zu höheren Werten. Die RS nimmt dabei Werte an, die besser sind als der entsprechende Visus. Auffällig ist, daß bei allen genannten Visuswerten (auch bei Ls,Hb,Fz!) eine RS von 1,0 bestimmt werden konnte.
Bei geringen Visuswerten versagt das Retinometer häufiger als bei besseren Werten (z.B.: 57 Augen mit Visus Ls,Hb,Fz haben keine RS). Geht man davon aus, daß eine dicht getrübte Linse für den geringen Visus verantwortlich ist, ergibt sich für die Retinometeruntersuchung folgende Schwierigkeit:
Der Untersucher muß in der getrübten Linse nach relativ durchlässigen Stellen suchen, die der Laserstrahl passieren kann. Möglich wäre dabei ein zu schnelles Aufgeben der Suche. Weiterhin kommen Kommunikationsschwierigkeiten zwischen Arzt und Patient in Betracht. (siehe auch 4.1)

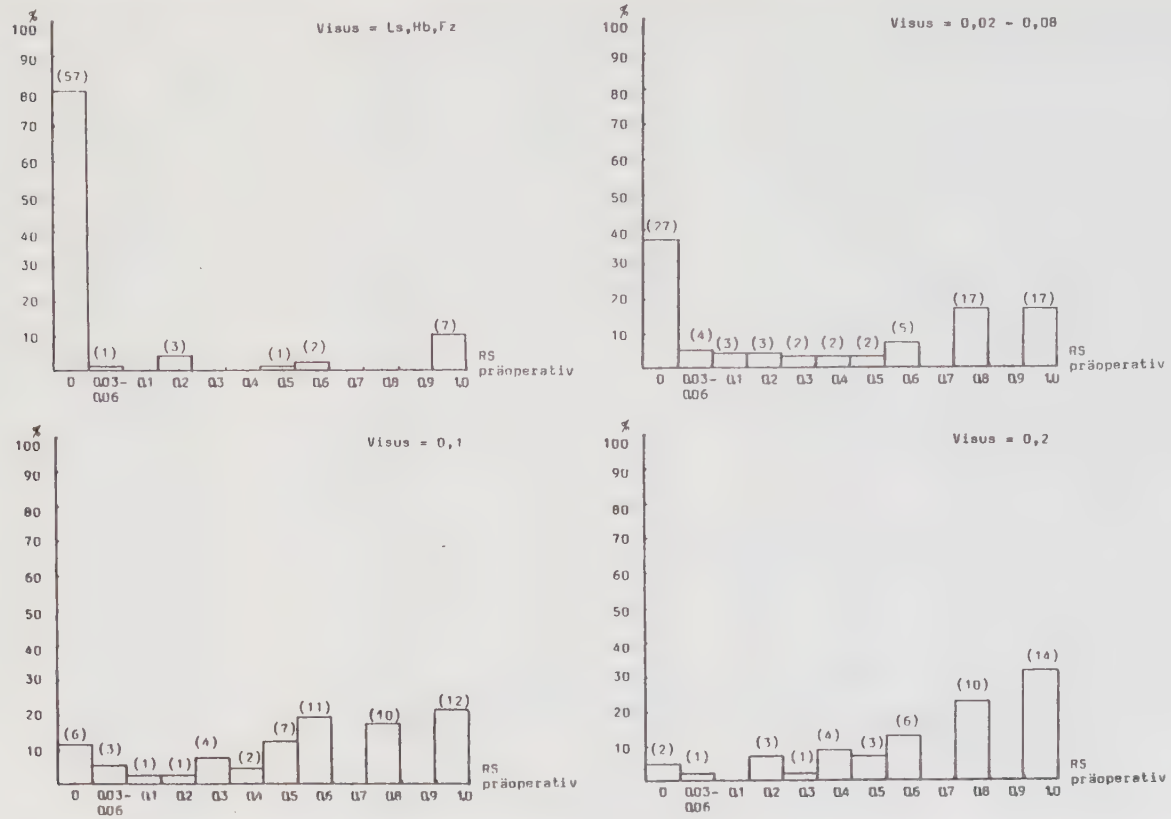

Abb.4b: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der präoperativen RS bei Visuswerten von Ls,Hb,Fz; 0,03-0,06; 0,1 und 0,2. Die Zahlen in Klammern geben die absoluten Häufigkeiten der Retinometerwerte an.

Cataractuntergruppen

Tabelle 4 zeigt, wieweit Visus und RS in den einzelnen Cataractuntergruppen übereinstimmen oder wie sie voneinander abweichen.

Cataractuntergruppen präoperativ	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	RS=0 Visus= Ls,Hb,Fz	Summe
Cataracta nuclearis	4% (2)	8% (4)	80% (38)	8% (4)	100% (48)
Cataracta capsularis	1% (1)	12% (11)	81% (70)	6% (5)	100% (87)
Cataracta corticalis	8% (8)	17% (17)	72% (72)	3% (3)	100% (100)
Cataracta complicata	-	-	100% (6)	-	100% (6)
Cataracta intumescens	-	13% (3)	23% (5)	64% (14)	100% (22)
Cataracta matura/ hypermatura	-	5% (2)	11% (4)	84% (31)	100% (37)
Summe	4% (13)	13% (39)	64% (191)	19% (57)	100% (300)

Tab.4: Verhältnis von RS und Visus präoperativ bei verschiedenen Cataractuntergruppen. Dabei stehen in den Feldern die Zeilenprozente, in Klammern die dazugehörigen absoluten Häufigkeiten.

RS=Visus

Eine Übereinstimmung von RS und Visus präoperativ ist nur in den Cataractuntergruppen mit Cataracta corticalis (8 von 100 Augen), Cataracta nuclearis (2 (4%) von 48 Augen) und Cataracta capsularis (1 (1%) von 87 Augen) vorhanden.

Visus>RS

Bei allen Cataractuntergruppen (außer Cataracta complicata) gibt es Augen, deren Visus besser ist als die RS. Jedoch sind die Visuswerte dabei relativ schlecht (höchstens 0,2!). Mit 17 von 100 Augen hat Cataracta corticalis den größten Anteil. Es folgen Cataracta intumescens mit 3 (13%) von 22 Augen und Cataracta capsularis mit 11 (12%) von 87 Augen.

RS>Visus

Cataracta capsularis mit 70 (81%) von 87 Augen, Cataracta nuclearis mit 38 (80%) von 48 Augen und Cataracta corticalis mit 72 von 100 Augen haben präoperativ eine RS, die besser ist als der entsprechende Visus. Bei allen Augen mit Cataracta complicata ist die RS ebenfalls besser als der Visus (6).

RS=0,Visus=Ls,Hb,Fz

84 % der Augen mit Cataracta matura/hypermatura (31 von 37 Augen) und 64 % der Augen mit Cataracta intumescens (14 von 22 Augen) haben aufgrund der Cataractdichte einen Visus von Lichtschein, Handbewegung, Fingerzählen und keine RS.

Beim Vergleich von RS und Visus präoperativ ergibt sich somit, daß ein dichtes Cataractstadium die Anwendbarkeit des Retinometers stark einschränkt. In nur 11% der Fälle (4 von 37 Augen) bei Cataracta matura/hypermatura und 23% (5 von 22 Augen) bei Cataracta intumescens läßt sich überhaupt eine RS bestimmen. Dagegen zeigt sich bei den anderen Cataractuntergruppen eine gute Anwendbarkeit. Bei 85% (41 von 48 Augen) der Augen mit Cataract nuclearis und jeweils 81% der Augen mit Cataracta corticalis (81 von 100 Augen) und Cataracta capsularis (71 von 87 Augen) ist eine RS vorhanden.

Abbildung 4c bis 4h verdeutlicht die Ergebnisse anhand von Korrelogrammen der verschiedenen Cataractstadien und -formen.

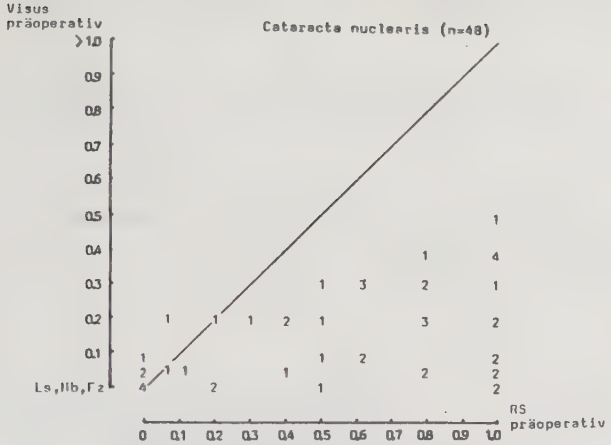

Abb.4c: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei Cataracta nuclearis.

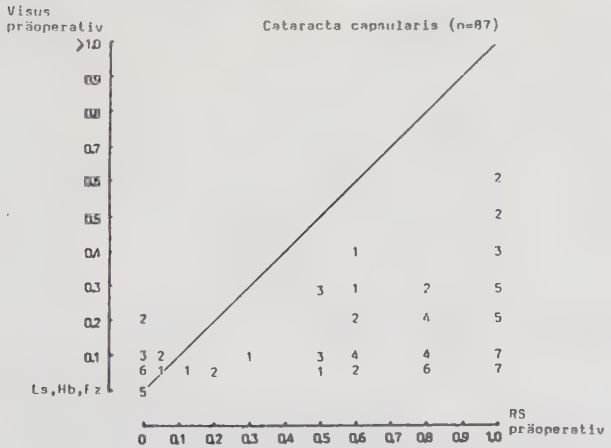

Abb.4d: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei Cataracta capsularis.

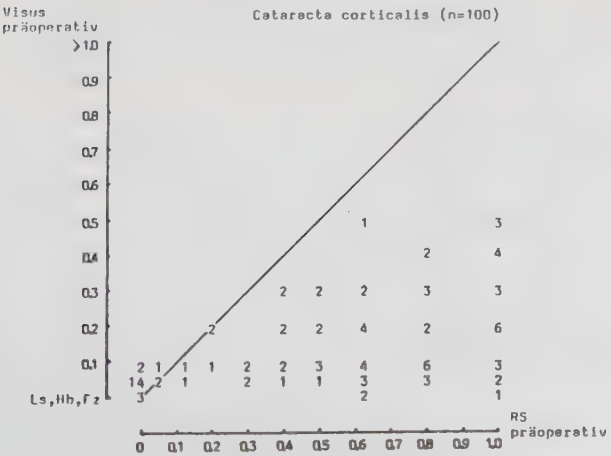

Abb.4e: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei Cataracta corticalis.

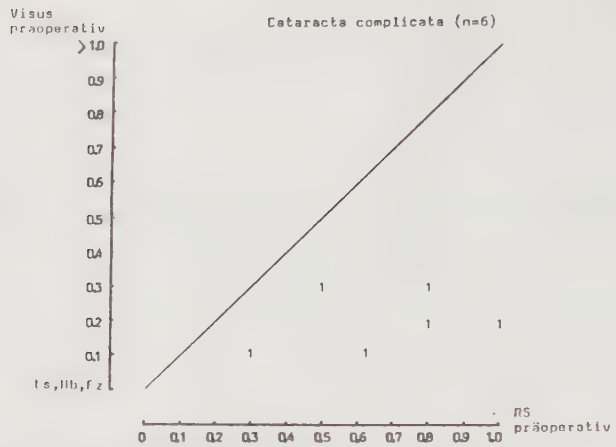

Abb.4f: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei Cataracta complicata.

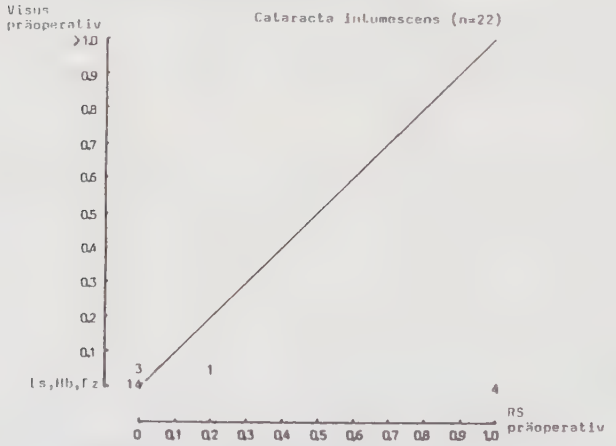

Abb.4g: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei Cataracta intumescens.

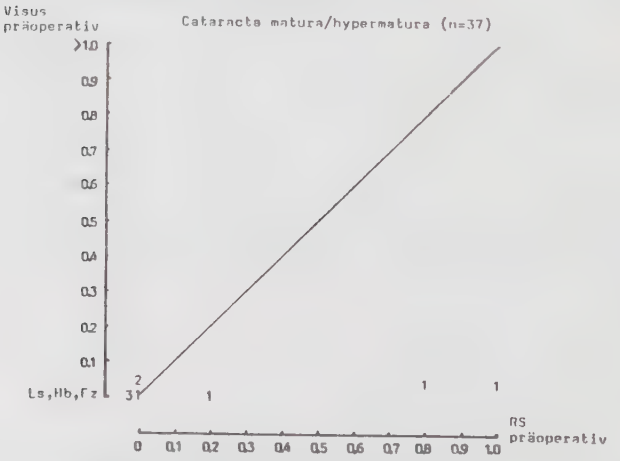

Abb.4h: Vergleich von RS und Visus präoperativ bei Cataracta matura/hypermatura.

3.1.2 Präoperative retinale Sehschärfe und postoperativ ermittelter Visus

Bei unserem Gesamtkollektiv von 300 Patientenaugen ergeben die Messungen von Visus (ca. eine Woche postoperativ) und RS (präoperativ), die in Abbildung 5 dargestellten Ergebnisse.

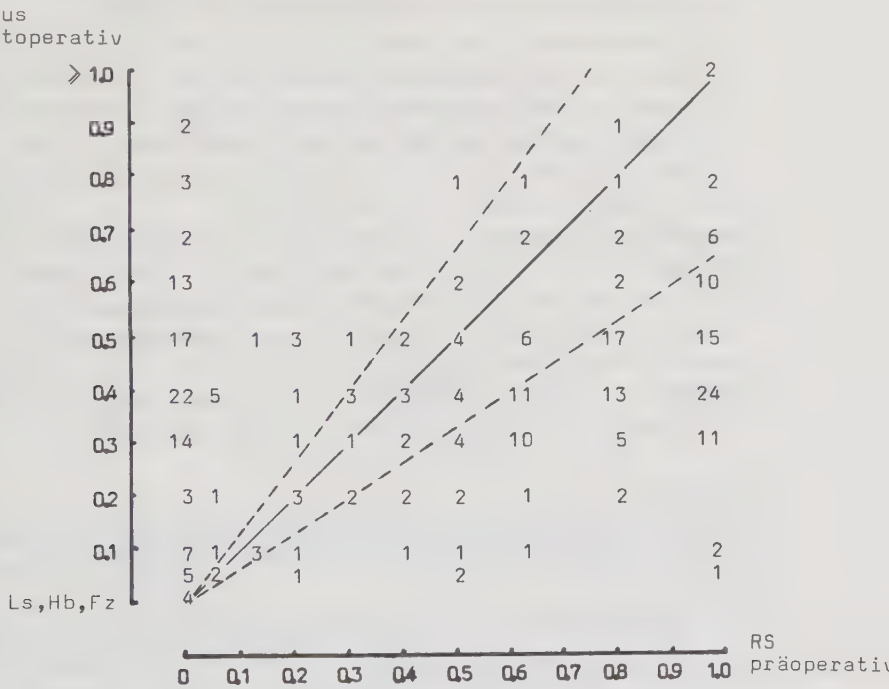

Abb.5: Vergleich von präoperativer RS und postoperativem Visus (gemessen ca. 1 Woche nach der Cataractoperation) bei 300 Cataractaugen.

Wie gut prognostizierte das Retinometer einen postoperativ erreichten Visus?
Es sollen drei Ergebnisgruppen unterschieden werden:

RS=Visus
Bei 71 Augen (24% des Gesamtkollektivs) ist das Ergebnis der präoperativen Retinometermessung durch den postoperativen Visus bestätigt worden.

Visus>RS

Bei 103 Augen (34% des Gesamtkollektivs) ist der postoperative Visus besser als der präoperative Retinometerwert (oberhalb der +33%-Geraden).

Von den 103 Augen haben 88 einen Retinometerwert null (29% vom Gesamtkollektiv). Dabei hat der entsprechende Visus postoperativ eine Spannbreite von 0,05 bis 0,9.

Wie schon erwähnt, dürfte die Ursache für das "Versagen" des Retinometers eine zu dichte Linsentrübung sein, die eine Interferenzbildentstehung auf der Netzhaut verhindert. Es liegt demnach keine verringerte Netzhautfunktion vor. Dies wäre zunächst denkbar gewesen.

Von den 103 Augen haben 15 Augen (7% des Gesamtkollektivs von 300 Augen) eine RS größer als null (rechts der 88 Punkte mit RS=0, oberhalb der +33%-Geraden). Bei diesen Augen ist der Visus zum Teil erheblich besser als die entsprechende RS. Insbesondere bei Betrachtung dieser Meßpunkte muß an die Subjektivität der Untersuchungsmethode erinnert werden. Eine geringe RS ist kein Grund, eine Cataract nicht zu operieren.

RS>Visus

126 (42%) von 300 Augen des Gesamtkollektivs haben postoperativ einen schlechteren Visus als durch das Retinometer vorausgesagt wurde.

Nach einer Cataractoperation wird die optische Qualität des Auges vorerst nicht voll erreicht. Dies kann der Grund für einen Visus sein, der schlechter erscheint als seine Vorhersage.

Wie stark die Übereinstimmung von postoperativem Visus und präoperativer RS vom Zeitpunkt der Visusmessung abhängig ist, soll in Abbildung 6 verdeutlicht werden.

Von 208 Augen liegt ein zweiter postoperativer Visus vor. Dieser ist ca. 6 Wochen nach der Cataractoperation ermittelt worden (durch Anfrage beim weiterbehandelnden Augenarzt). Zu diesem Zeitpunkt waren Starschnittwunde und Hornhaut weitgehend reizfrei.

In Abbildung 6 werden von den 208 Augen die 140 berücksichtigt, deren RS besser oder gleich 0,1 ist. Die Werte der Augen sind als Punkte dargestellt. (Die Ergebnisse der restlichen 68 Augen mit RS kleiner als 0,1 finden in Abb.6a, Seite 27 Berücksichtigung.)

Auf der Abszisse ist der Visus I als prozentualer Anteil der präoperativen RS aufgetragen.

Der Visus I ist ca. eine Woche postoperativ bestimmt worden.

Auf der Ordinate ist der Visus II als prozentualer Anteil der präoperativen RS aufgetragen.

Der Visus II ist ca. 6 Wochen postoperativ bestimmt worden.

Beispiel: präoperative RS = 0,8
Visus I = 0,4 (ca. 1 Woche post Op.)
Visus II = 1,0 (ca. 6 Wochen post Op.)

Die RS ist immer 100%.
Visus I beträgt als prozentualer Anteil der RS

$$\frac{0,4\,(\text{VisusI})}{0,8\ (\text{RS})} = 50\%.$$

Visus II beträgt als prozentualer Anteil der RS

$$\frac{1,0\ (\text{VisusII})}{0,8\ \ (\text{RS})} = 125\%.$$

Auf der Abszisse ist der Visus I mit 50% von der RS gegen den Visus II mit 125% von der RS auf der Ordinate aufgetragen.

Somit werden für die Abbildung 6 Visus I und Visus II in Beziehung zur präoperativen RS gesetzt.

In Abbildung 6 sind folgende Geraden abgetragen:
Die Winkelhalbierende als durchgezogene Linie,
zwei Parallelen zur Abszisse (y=67% und y=133%),
zwei Parallelen zur Ordinate (x=67% und x=133%)
als gestrichelte Linien.

Auf der Winkelhalbierenden liegen alle Punkte, bei denen sich der Visus im angegebenen Zeitraum nicht mehr verbessert oder verschlechtert.
Für alle Punkte, die oberhalb der Winkelhalbierenden liegen, gilt, Visus II ist besser als Visus I.
Analog gilt für alle Punkte, die unterhalb der Geraden y=x liegen, daß Visus II schlechter ist als Visus I.

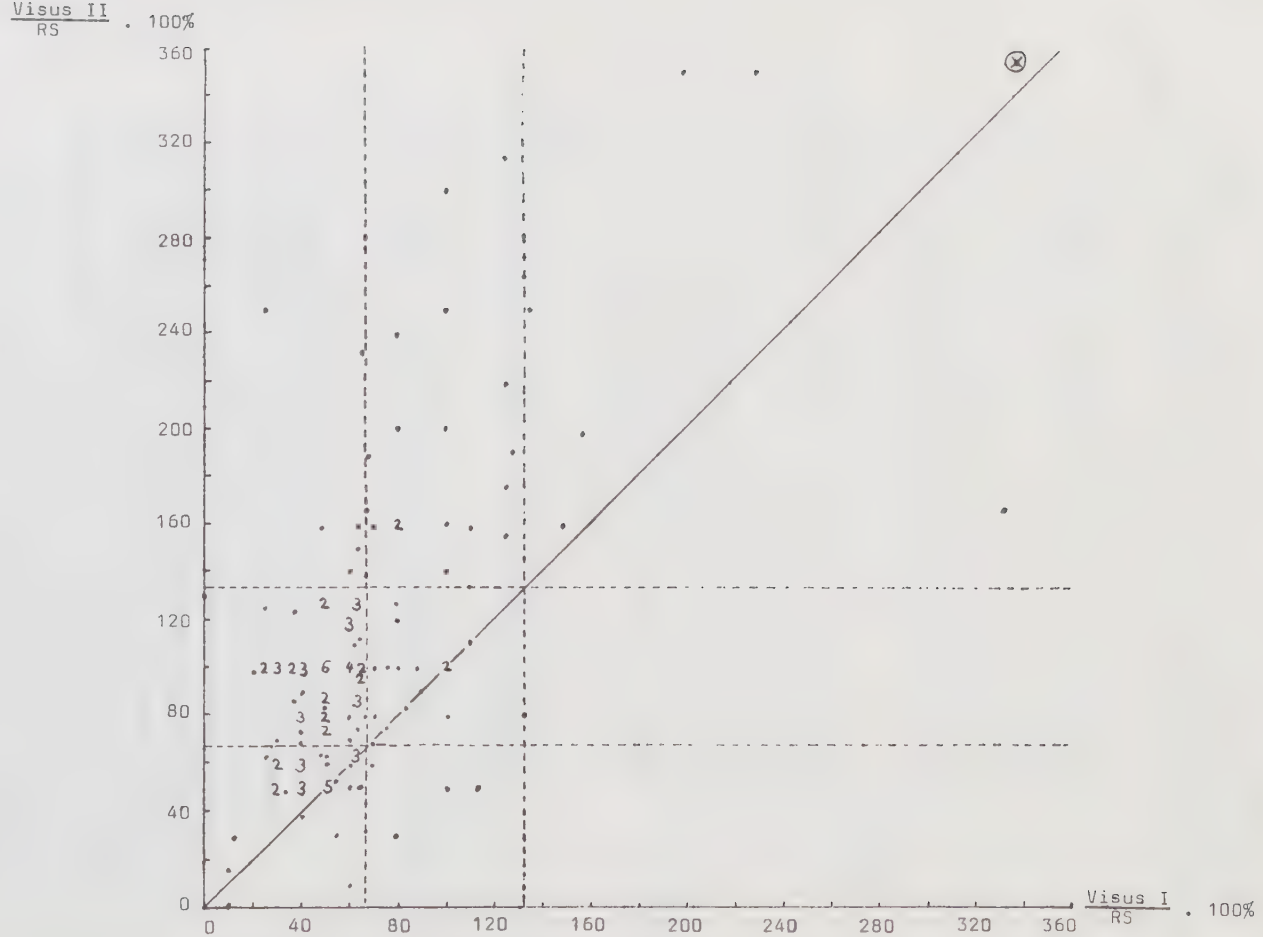

Abb.6: Prozentuale Änderung der postoperativen Visus I- und Visus II-Werte in Abhängigkeit von der präoperativen RS (RS=100%) bei 140 Cataractaugen.

Daraus ergibt sich,

daß sich bei 12% der Augen (n=16) der Visus innerhalb von 6 Wochen nach der Operation nicht verändert hat,
daß sich bei 81% der Augen (n=112) der Visus nach der Operation verbesserte (Visus II > Visus I) und
daß sich bei 7% (n=12) der Visus I, der nach der Operation bestimmt wurde, verschlechterte (Visus I > Visus II).

Für Punkte, die zwischen den beiden Parallelen zur Abszisse liegen (y=67% und y=133%) gilt, daß

$\frac{\text{Visus II}}{\text{RS}}$. 100% größer als 67%, jedoch kleiner als 133% ist, oder anders ausgedrückt: die Abweichung des Visus II-Wertes von der RS liegt bei $\pm$33%. Somit repräsentieren die beiden Parallelen zur x-Achse die +33%- und -33%-Geraden in den vorherigen Zeichnungen. Für Punkte, die also zwischen beiden Parallelen liegen, ist Visus II und RS als gleich anzusehen.
Analog gilt für die Punkte, die zwischen den beiden Parallelen zur y-Achse liegen, daß deren Visus I-Werte von der RS um $\pm$33% abweichen.

Nach obiger Beschreibung stimmen dann bei 25% der Augen (n=35) die Visus I-Werte mit der präoperativen RS überein, bei sogar 52% der Augen (n=73) stimmt der Visus II mit der RS überein.

Bei insgesamt 67% (n=94) der Augen stimmt der Visus I oder der Visus II mit der präoperativen RS überein.
Visuswerte, die der RS zu keinem Zeitpunkt entsprechen, liegen mit 33% (n=46) außerhalb der Parallelen.

Daß der Visus II (in einem Fall auch Visus I) einen hohen Wert annimmt (bis 350% über der RS), ergibt sich aus einem Retinometerwert, der sehr klein ist.

Ein mit ⊗ gekennzeichneter Punkt kann in die Abbildung 6 nicht richtig eingeordnet werden, da seine Werte mit Visus I = 417% und Visus II = 667% zu hoch liegen (Punkt rechts oberhalb der Winkelhalbierenden).

Neben den 140 Augen, deren RS größer oder gleich 0,1 ist, gibt es 68 Augen, deren RS kleiner als 0,1 ist. Diese Augen gehören ebenfalls zu den 208 Augen, von denen ein zweiter postoperativer Visus vorliegt. (Sie konnten wegen des zu großen prozentualen Anstiegs in Abbildung 6 nicht dargestellt werden.)

In Abbildung 6a sind die Visus I-Werte auf der Abszisse gegen die Visus II-Werte auf der Ordinate abgetragen.

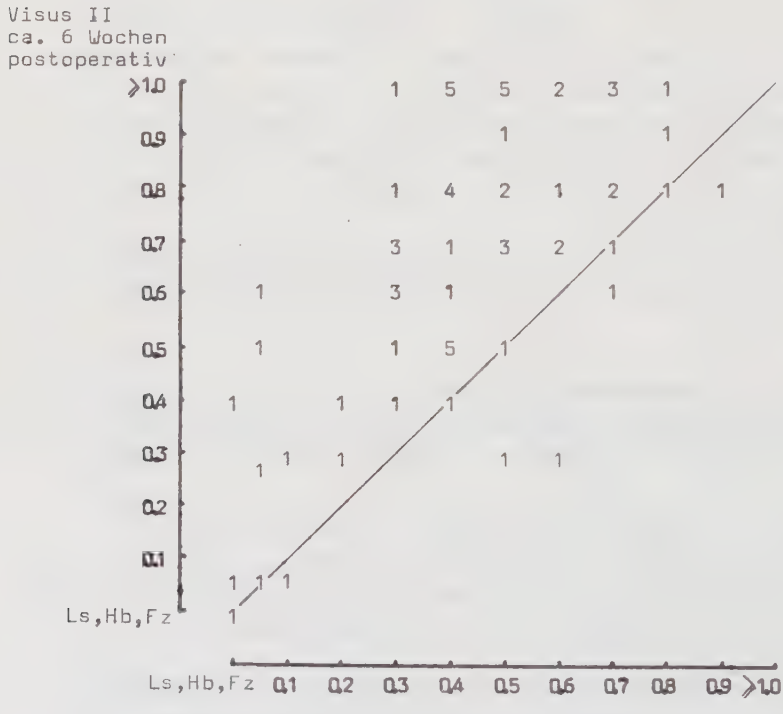

Abb.6a: Vergleich von Visus I (gemessen ca. 1 Woche postoperativ) und Visus II (gemessen ca. 6 Wochen postoperativ) bei 68 Augen, die eine RS von null oder kleiner als 0,1 haben.

Bei 57 (84%) der 68 Augen liegen die Visus II-Werte deutlich über den Visus I-Werten (Häufung der Punkte oberhalb der Winkelhalbierenden).
Bei 6 (9%) von 68 Augen verbesserte sich der Visus nicht mehr (Punkte auf der Winkelhalbierenden).
Bei 5 (7%) der 68 Augen verschlechterte sich der Visus im Zeitverlauf (Visus I > Visus II).

Von den 68 Augen mit präoperativer RS kleiner als 0,1 haben 64 Augen (94%) einen postoperativen Visus, der besser als 0,1 ist. Dabei liegt der größte Teil der Meßpunkte zwischen 0,3 und 0,7 für Visus I und zwischen 0,7 und 1,0 für Visus II.

Insgesamt ergibt sich für die 208 Augen, von denen postoperativ Visus I- und Visus II-Werte vorliegen:

eine Verbesserung des Visus im angegebenen Zeitraum bei 176 Augen (81%),
ein konstanter postoperativer Visus bei 23 Augen (11%),
eine Verschlechterung des Visus bei 16 Augen (8%).

Die Verbesserung des postoperativen Visus um 81% bestätigt die Annahme, daß die maximale optische Qualität des abbildenden Systems eine Woche nach der Operation noch nicht voll erreicht ist.
Das Auge befindet sich so kurz nach der Operation in einem erheblichen Reizzustand.

Eine Übereinstimmung zwischen RS und Visus I- oder Visus II-Werten von 67% (beim Kollektiv der 208 Augen) zeigt jedoch, daß durch die Messung der RS in zwei Drittel der Fälle ein richtiger postoperativer Visus vorausgesagt wird.
Auch wenn der postoperative Visus schlechter als die präoperative RS ist, bleibt anzunehmen, daß sich im weiteren Zeitverlauf ein Visus einstellt, der der RS entspricht. Voraussetzung ist dabei, daß keine anderen - den Visus beeinflussenden - Augenerkrankungen hinzukommen.

Cataractuntergruppen

Tabelle 5 zeigt den Einfluß von Cataractstadium und -form auf das Ergebnis des Gesamtkollektivs der 300 Augen.

Cataract-untergruppen postoperativ	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Cataracta nuclearis	25% (12)	12% (6)	63% (30)	100% (48)
Cataracta capsularis	25% (22)	24% (21)	51% (44)	100% (87)
Cataracta corticalis	31% (31)	24% (24)	45% (45)	100% (100)
Cataracta complicata	50% (3)	-	50% (3)	100% (6)
Cataracta intumescens	9% (2)	78% (17)	13% (3)	100% (22)
Cataracta matura/ hypermatura	3% (1)	94% (35)	3% (1)	100% (37)
Summe	24% (71)	34% (103)	42% (126)	100% (300)

Tab.5: Verhältnis von präoperativer RS und postoperativem Visus (gemessen ca. 1 Woche postoperativ) bei verschiedenen Cataractformen und -stadien. In den Feldern stehen die Zeilenprozente, in Klammern die dazugehörigen absoluten Häufigkeiten.

RS=Visus

Bei 31% (31 von 100 Augen) der an Cataracta corticalis, 25% (22 von 87 Augen) der an Cataracta capsularis und 25% (12 von 48 Augen) der an Cataracta nuclearis erkrankten Augen hat der postoperative Visus den Wert der präoperativen RS erreicht.
Die Ergebnisse von Cataracta intumescens mit 9% (2 von 22 Augen) und Cataracta matura/hypermatura mit 3% (1 Augen von 37) heben sich deutlich ab. Bei diesen Cataractuntergruppen wird der prognostizierte Visus sehr selten erreicht.

Visus>RS

An dieser Gruppe haben Cataracta matura/hypermatura mit 35 (94%) von 37 Augen und Cataracta intumescens mit 17 (78%) von 22 Augen den größten Anteil. Durch die dichte Cataract konnte präoperativ meist keine RS bestimmt werden. Postoperativ ist die dichte Linse entfernt, und der Visus ist besser als die präoperative RS.
Cataracta corticalis ist mit 24 (24%) von 100 Augen, Cataracta capsularis mit 21 (24%) von 87 Augen und Cataracta nuclearis mit 6 (12%) von 48 Augen an dieser Gruppe beteiligt.
Wie schon erwähnt, liegt bei Cataracta nuclearis eine reine Kernbeteiligung vor. Nimmt man an, daß diese Cataract am durchlässigsten für Laserstrahlen ist, erklärt sich die geringe Anzahl der Retinometerwerte, die einen zu niedrigen Visus voraussagen.

RS>Visus

Bei Augen mit Cataracta nuclearis haben 30 (63%) der 48 Augen postoperativ einen schlechteren Visus als vorausgesagt. Darauf folgen Cataracta capsularis mit 44 (51%) von 78 Augen und Cataracta corticalis mit 45 (45%) von 100 Augen. Bei diesen Cataractformen ist der Visus ca. eine Woche postoperativ noch schlecht. Mit einem Ansteigen des Visus auf den Prognosewert ist jedoch zu rechnen.
Erwartungsgemäß sind Cataracta matura/hypermatura 3% (1 Auge von 37) und Cataracta intumescens mit 13% (3 von 22 Augen) nur selten vertreten, da bei diesen Cataractuntergruppen meist keine RS bestimmbar ist.

Zusammenfassend kann die Frage nach der Anwendbarkeit des Retinometers als prognostisches Instrument bei verschiedenen Cataractuntergruppen folgendermaßen beantwortet werden:

> Eine dichte Cataract beschränkt die Anwendbarkeit erheblich. Dies verdeutlichen Cataracta matura/ hypermatura und Cataracta intumescens. In nur 3% bzw. 9% der Fälle (22 bzw. 37 Augen) stimmen RS und postoperativer Visus überein.

Abbildung 5a bis 5f verdeutlicht die Ergebnisse anhand von Korrelogrammen der verschiedenen Cataractstadien und-formen.

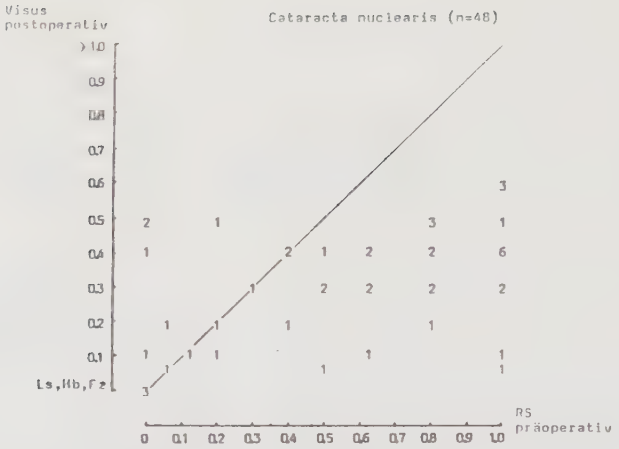

Abb.5a: Vergleich der präoperativen RS mit dem postoperativen Visus bei Cataracta nuclearis.

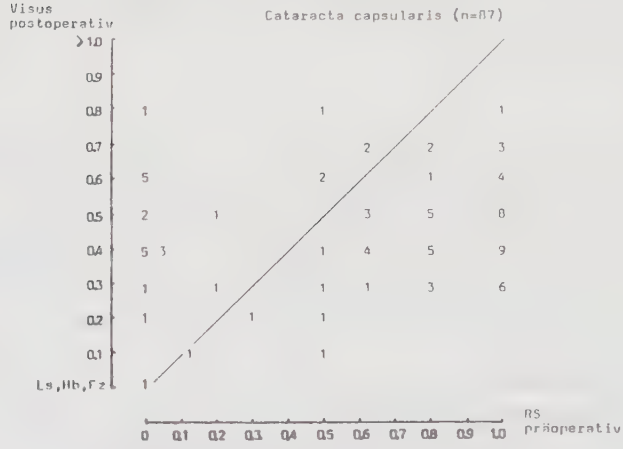

Abb.5b: Vergleich der präoperativen RS mit dem postoperativen Visus bei Cataracta capsularis.

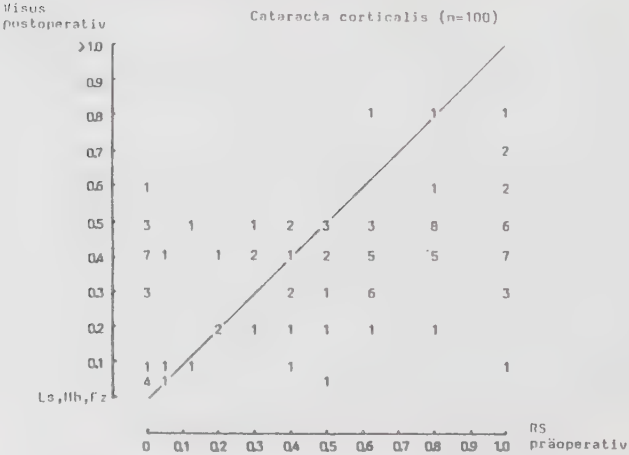

Abb.5c: Vergleich der präoperativen RS mit dem postoperativen Visus bei Cataracta corticalis.

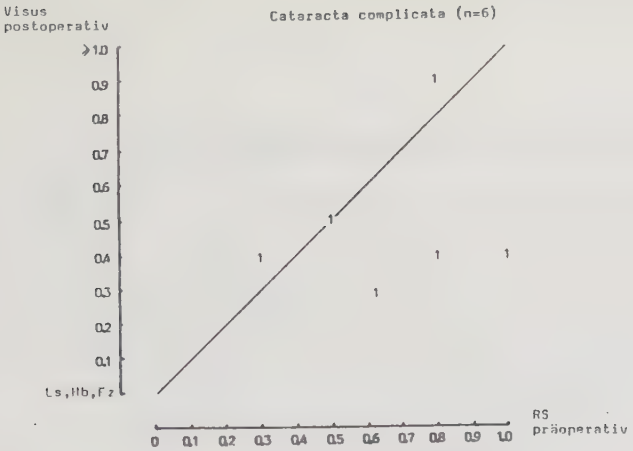

Abb.5d: Vergleich der präoperativen RS mit dem postoperativen Visus bei Cataracta complicata.

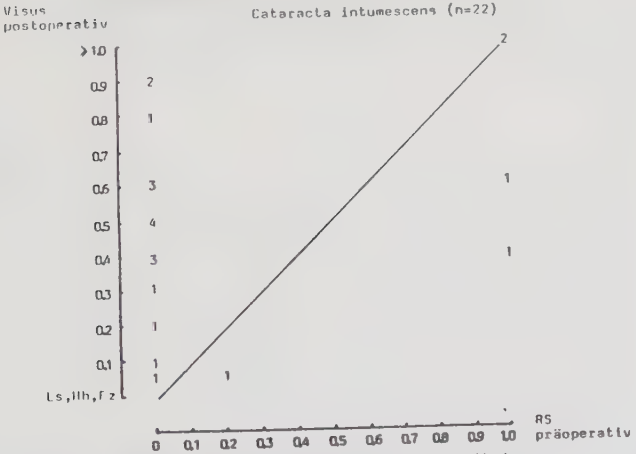

Abb.5e: Vergleich der präoperativen RS mit dem postoperativen Visus bei Cataracta complicata.

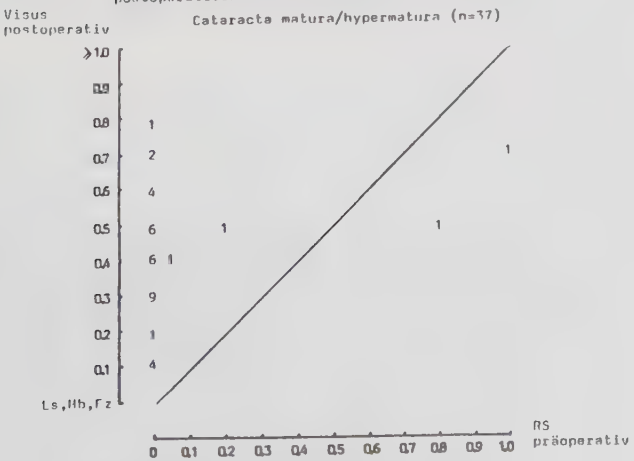

Abb.5f: Vergleich der präoperativen RS mit dem postoperativen Visus bei Cataracta matura/hypermatura.

3.1.3 Prä- und postoperative retinale Sehschärfe

Bei 83 von 300 Augen des Gesamtkollektivs ist neben der präoperativen auch die postoperative RS bestimmt worden. Diese postoperative RS ist aus zwei Gründen bedeutsam:

Zum einen als Kontrolle, wie reproduzierbar die präoperative RS ist,

zum anderen als Angabe des optimalen retinalen Auflösungsvermögens, das nach Ausheilung und optimaler Korrektur vom Patienten erreicht werden kann. (Kolling 1978)

In Abbildung 7 ist auf der Abszisse die präoperative RS gegen die postoperative RS auf der Ordinate abgetragen.

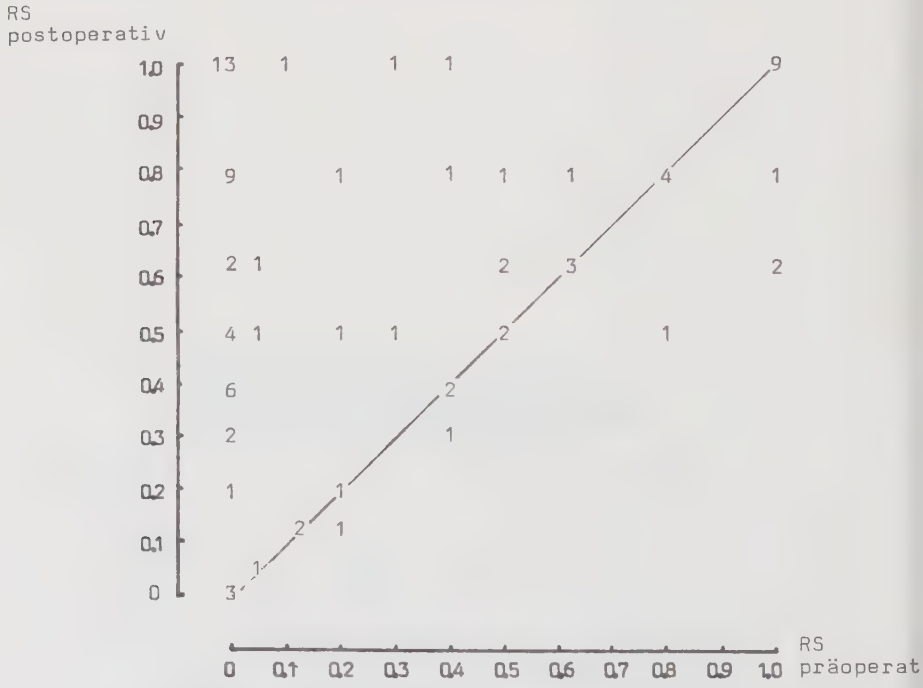

Abb.7: Vergleich von prä- und postoperativer RS bei 83 Patienten mit einer Cataracterkrankung.

Bei 50 (60%) der 87 Augen ist die postoperative RS besser als die präoperative.
Bei 27 (33%) der 87 Augen stimmen prä- und postoperative RS überein.
7% (6 von 87 Augen) haben postoperativ eine schlechtere RS als präoperativ ermittelt wurde.

Von den 83 untersuchten Augen hatten 40 Augen präoperativ keine RS. Die Laserstrahlen durchdrangen die optisch dichte Linse nicht. Postoperativ, nach Entfernung der Linse, hatten 37 der 40 Augen eine RS zwischen 0,2 und 1,0. Nur bei 3 Augen war auch postoperativ keine RS bestimmbar.
Bei 13 der 83 Augen, deren RS präoperativ besser als null war, ist der postoperative Retinometerwert deutlich höher. Welche Erklärung läßt sich dafür finden?

Gewöhnung an das Gerät

Viele Patienten wurden vor ihrer Cataractoperation zum ersten Mal mit dem Retinometer untersucht. Die Untersuchung stellt an ältere Patienten mit zum Teil eingeschränkter cerebraler Leistungsfähigkeit hohe Anforderungen. Hinzu kommen Aufregung und Scheu sowie Ungewißheit darüber, was sie erwartet.
Dem Arzt fällt die schwierige Aufgabe zu, den Patienten zu erklären, was sie eigentlich wahrnehmen sollen.
Lichtstreuungen stören das Erkennen der Interferenzstreifen auf der Netzhaut. Werden die Patienten postoperativ ein zweites Mal mit dem Retinometer untersucht, kann mit einer gewissen Vertrautheit und Gewöhnung an das Gerät gerechnet werden.

Die vorliegenden Ergebnisse des Vergleichs der prä- und postoperativen RS müssen mit einem gewissen Vorbehalt betrachtet werden. Sie stellen eine willkürliche Auslese dar (nur jedes dritte bis vierte Auge wurde nachgemessen). So ist vorstellbar, daß z.B. besonderes Interesse an einer Nachmessung dann bestand,

wenn präoperativ keine Interferenzstreifen erkannt wurden,
wenn die Richtigkeit der Angaben des Patienten vom Untersucher zuerst bezweifelt wurden, oder
wenn der postoperative Visus gegenüber der präoperativen RS ein unerwartetes Ergebnis brachte.

3.2 Retinale Sehschärfe und Visus bei verschiedenen anderen Augenerkrankungen

Bei 415 Augen von 328 Patienten, die eine der in Abbildung 2 beschriebenen Augenerkrankungen haben, ist zum gleichen Zeitpunkt der Visus und die RS bestimmt worden.

Abb.2: Häufigkeitsverteilung der untersuchten Augen bei verschiedenen Augenerkrankungen, die im Kollektiv "andere Augenerkrankungen" berücksichtigt werden.

Abbildung 8 zeigt in einem Korrelogramm den Zusammenhang zwischen RS und Visus für die 415 Augen mit verschiedenen Augenerkrankungen.

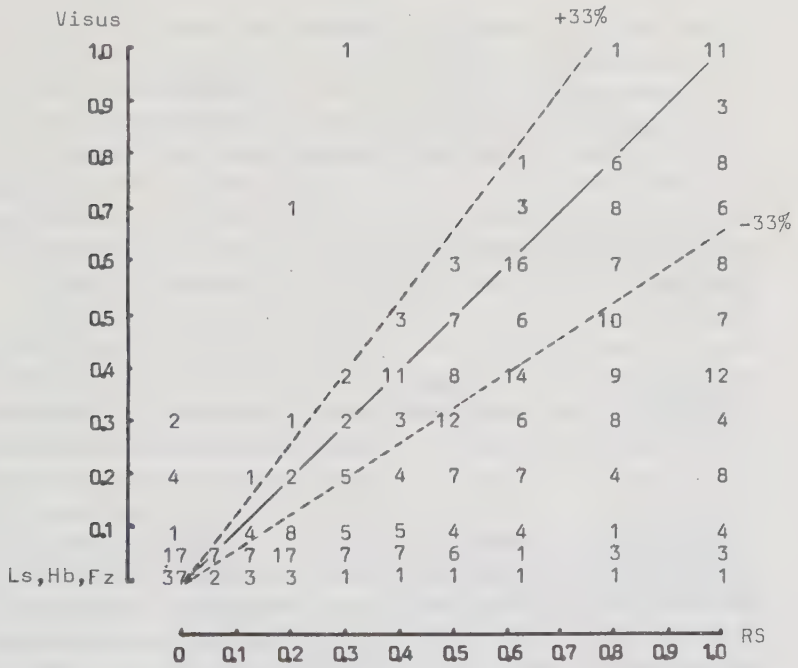

Abb.8: Vergleich von RS und Visus bei 415 Augen mit verschiedenen Augenerkrankungen. RS und Visus wurden zum gleichen Zeitpunkt bestimmt.

RS=Visus (innerhalb der ±33%-Geradenschere)
45% (188 von 415 Augen) haben einen Visus, der dem Retinometerwert entspricht.

Visus>RS (oberhalb der +33%-Geraden)
Bei 7% (27 von 415 Augen) ist der Visus besser als die RS.

RS>Visus (unterhalb der -33%-Geraden)
Bei 48% (200 von 415 Augen) ist die RS besser als der Visus.

Keine RS konnte bei 61 der 415 Augen ermittelt werden.
Von diesen 61 Augen haben 37 einen Visus von Lichtschein, Handbewegung oder Fingerzählen und die anderen 24 Augen einen Visus zwischen 0.05 und 0.3.

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der einzelnen Augenerkrankungen beim Vergleich von RS und Visus.

Augenerkrankung	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Chorioretinitis	31% (4)	-	69% (9)	100% (13)
Amotio retinae Netzhautforamen	52% (26)	8% (4)	40% (20)	100% (50)
Neuritis retrobulbaris	54% (21)	5% (2)	41% (16)	100% (39)
vaskuläre Papillitis	27% (4)	-	73% (11)	100% (15)
Macularleiden	35% (29)	10% (8)	55% (46)	100% (83)
Retinopathia - diabetica - pigmentosa	55% (16)	4% (1)	41% (12)	100% (29)
Amblyopie	50% (21)	10% (4)	40% (17)	100% (42)
Zentralvenen- und Venenast-verschluß	50% (12)	8% (2)	42% (10)	100% (24)
Zentralarterien- und Arterienast-verschluß	74% (17)	4% (1)	22% (5)	100% (23)
Glaskörper-hämorrhagie	40% (12)	10% (3)	50% (15)	100% (30)
Iridocyclitis	30% (10)	6% (2)	64% (21)	100% (33)
Verätzung	31% (4)	-	69% (9)	100% (13)
Contusio	57% (12)	-	43% (9)	100% (21)
Summe	45% (188)	7% (27)	48% (200)	100% (415)

Tab.6: Vergleich von RS und Visus bei 415 Patientenaugen mit verschiedenen Augenerkrankungen. Angegeben sind die Zeilenprozente und in Klammern die absoluten Häufigkeiten.

Die einzelnen Augenerkrankungen verteilen sich wie folgt.
Augenerkrankungen, deren größter prozentualer Anteil bei RS=Visus liegt, sind:

Zentralarterien- und Arterienastverschluß mit 74% (17 von 23 Augen), Contusio bulbi mit 57% (12 von 21 Augen), Retinopathia diabetica et pigmentosa mit 55% (16 von 29 Augen), Neuritis retrobulbaris mit 54% (21 von 39 Augen), Amotio retinae und Netzhautforamen mit 52% (26 von 50 Augen), Amblyopie (21 von 42 Augen) und Zentralvenen- und Venenastverschluß (12 von 24 Augen) mit jeweils 50%.

Augenerkrankungen, deren größter prozentualer Anteil bei RS>Visus liegt, sind:

Vaskuläre Papillitis mit 73% (11 von 15 Augen), Chorioretinitis (9 von 13 Augen) und Verätzung (9 von 13 Augen) mit jeweils 69%, Iridocyclitis mit 64% (21 von 33 Augen) und Glaskörperhämorrhagie mit 50% (15 von 30 Augen.

Visus>RS

Mit Außnahme von Chorioretinitis, Papillitis, Contusio bulbi und Verätzung, von denen kein Auge einen Visus besser als RS hat, liegt der prozentuale Anteil aller Augenerkrankungen in dieser Gruppe zwischen 4% und 10%.

Bei den meisten aufgeführten Augenerkrankungen sind die optisch brechenden Medien der Augen klar. Nur bei einigen beeinträchtigt eine Trübung das Sehen. Verätzung, Iridocyclitis und Glaskörperhämorrhagie zeigen, daß bei der überwiegenden Anzahl der Augen die RS besser ist als der Visus. Sie entsprechen damit prozentual den Ergebnissen der präoperativen Cataractgruppe (64% der Augen zeigten eine RS, die besser war als der Visus).
Unerwarteterweise haben Augenerkrankungen, bei denen es nicht zu einer Trübung der Medien kommt, ebenfalls viele Ergebnisse mit RS besser als Visus (z.B. vaskuläre Papillitis mit 11 von 15 Augen, Chorioretinitis mit 9 von 13 Augen, Macularleiden mit 46 von 83 Augen).
Liegt keine Trübung vor, die den Strahlengang des Lasers durch das Auge behindert, müßte man davon ausgehen, daß RS und Visus übereinstimmen.
Gerade bei Erkrankungen des Augenhintergrundes ist jedoch die RS häufig besser als der Visus.

Eine Erklärung ist, daß das retinale Auflösungsvermögen für Streifen (durch Laserinterferenz erzeugt) besser ist als für Buchstaben (Sehtafeln). Bei Erkrankungen des zentralen Netzhautanteils kann das Auge nur mit seinen peripheren Anteilen sehen. Streifen werden dort aufgrund der einfacheren Struktur besser erkannt als Buchstaben. (Green und Cohen 1971)
Bei Buchstaben werden an den Patienten insofern höhere Anforderungen gestellt, als er nicht nur die Einzelteile des Buchstabens auflösen, sondern auch in ein erkennbares Ganzes intergrieren muß. (Rassow und Rätzke 1977)

Bei mindestens 90% aller untersuchten Augen - diese Aussage gilt für jede aufgeführte Augenerkrankung - ist die RS besser als der Visus oder entspricht diesem.

Das Retinometer kann auch als diagnostisches Instrument fungieren. Bei einer Visusverschlechterung ohne Anhaltspunkt für eine Erkrankung kann eine herabgesetzte RS z.B. auf eine Erkrankung der Netzhautmitte hindeuten.

(Die Korrelogramme zu den einzelnen Augenerkrankungen sind im Anhang auf Seite 71 bis 73 dargestellt. Die Abbildungen 8a bis 8m zeigen den Vergleich von RS und Visus.)

3.3 Vergleich der Ergebnisse von Cataract und anderen Augenerkrankungen

Stellt man die Ergebnisse des Kollektivs der anderen Augenerkrankungen dem Kollektiv der Cataractaugen (prä- und postoperativ) gegenüber, so zeigt der Vergleich die in Tab. 7 zusammengefaßte Verteilung der Augen in den drei Ergebnisgruppen RS=Visus, Visus RS und RS Visus. "Reife Cataract" mit RS schlechter als 0,1 werden bei dem Vergleich herausgelassen (101 der 300 operierten Augen).

Gesamtkollektiv	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
vor Cataractoperation	5% (9)	- (-)	95% (190)	100% (199)
nach Cataractoperation	33% (65)	4% (8)	63% (126)	100% (199)
andere Augenerkrankungen	45% (188)	7% (27)	48% (200)	100% (415)

Tab.7: Vergleich von RS und Visus bei Betrachtung des Kollektivs der Cataractaugen (prä- und postoperativ) und des Kollektivs der anderen Augenerkrankungen. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, in Klammern die absoluten Häufigkeiten.

RS=Visus

Mit 5% (9 von 199 Augen) zeigt die Cataractgruppe präoperativ eine sehr geringe Übereinstimmung zwischen Visus und RS. Postoperativ steigt dieser Anteil auf 33% (65 von 199 Augen). Den größten Anteil an dieser Gruppe haben die anderen Augenerkrankungen mit 45% (188 von 415 Augen).

Visus>RS

Präoperativ war in keinem Fall der Visus besser als die RS, postoperativ in 4% der Fälle (8 von 199 Augen). Auch die anderen Augenerkrankungen zeigen mit 7% (27 von 415 Augen), daß nur selten der Visus besser war als die RS.

RS>Visus

95% aller Cataractaugen (190 von 199 Augen) haben präoperativ eine RS, die besser ist als der Visus. Postoperativ ist das noch bei 63% (126 von 199 Augen) der Fall. Das Kollektiv der anderen Augenerkrankungen hat hier einen prozentualen Anteil von 48% (200 von 415 Augen).

Ursachen für die Ergebnisunterschiede könnten darin liegen,

daß die Patienten mit anderen Augenerkrankungen meist erheblich jünger sind als die Cataractpatienten. Somit kann von einer besseren Mitarbeit des Patienten bei der Untersuchung ausgegangen werden, die gemessenen Werte sind zuverlässiger.

...daß die Augenmedien bei den anderen aufgeführten Augenerkrankungen meist klar sind. Damit entfällt die Suche nach freien ungetrübten Anteilen im Auge, die für den Durchtritt des Laserstrahls in das Auge Bedingung sind. Streuungen des Lichtes im Auge treten seltener auf als bei getrübten Linsen der Cataractpatienten.

Einen weiteren Vergleich bietet die Betrachtung der Abhängigkeit der RS von bestimmten Visuswerten. Abbildung 9 zeigt in einem Komponentenstabdiagramm (wie Abbildung 4a für präoperative Cataractaugen) den prozentualen Anteil der Patientenaugen, die bei Visuswerten von Ls,Hb,Fz ; 0,03-0,06 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 eine RS haben oder nicht ("Streifen erkannt" oder "Streifen nicht erkannt").
Dieses Diagramm ähnelt dem Komponentenstabdiagramm der präoperativen Cataractgruppe. Mit abnehmendem Visus wird der prozentuale Anteil derer, die das Streifenmuster auf der Netzhaut nicht erkennen, größer.
Bei einem Visus von 0,3 erkannten 5% (2 von 38 Augen) die Streifen nicht. Dagegen erkannten beim gleichen Visus alle Patienten der Cataractgruppe das Streifenmuster.
Bei einem Visus von Ls,Hb,Fz erkannten 72,5% (37 von 51 Augen) keine Streifen gegenüber 81% (57 von 81 Augen) in der Cataractgruppe.
Ab einem Visus von 0,4 sahen alle untersuchten Patienten Streifen; diese Grenze liegt bei den Cataractaugen bei einem Visus von 0,3.

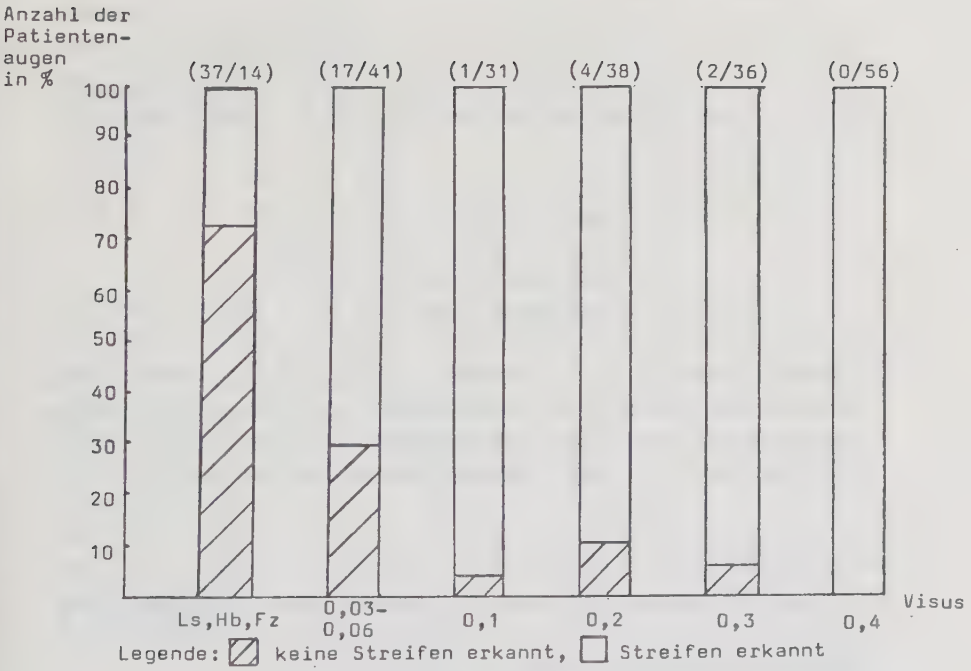

Abb.9: Prozentualer Anteil der Patientenaugen mit verschiedenen Augenerkrankungen, bei denen eine RS bestimmt werden konnte oder nicht, in Abhängigkeit vom Visus. (Die Zahlen in Klammern geben die absoluten Häufigkeiten an. 1.Komponente: keine Streifen erkannt, 2. Komponente: Streifen erkannt)

Zusammenfassend ergibt sich, daß das Vorhandensein einer RS nicht unbedingt mit dem Trübungsgrad eines Auges korreliert. Unabhängig davon, ob es sich um ein Cataractauge handelt oder um ein Auge mit klaren Augenmedien, besteht ein Zusammenhang zwischen Visus und RS. Je schlechter der Visus, desto größer die Wahrscheinlichkeit, daß das Retinometer versagt, die Patienten also keine Streifen auf der Netzhaut wahrnehmen können. Anders ausgedrückt: Unabhängig von der Augenerkrankung ist bei einem "guten Visus" immer die Anwendbarkeit des Retinometers erfolgreich.

4. DISKUSSION DER LITERATUR

In diesem Kapitel wird auf die Fachliteratur eingegangen. Die einzelnen Studien werden mit der eigenen Untersuchung verglichen. Besonderheiten, Übereinstimmungen und Abweichungen bezüglich

- des Datenmaterials
- des Untersuchungsherganges
- der Auswertungsmethodik
- der Ergebnisse

werden aufgezeigt. Dabei werden jeweils diejenigen Meßergebnisse der eigenen Untersuchung herangezogen, die die größten Gemeinsamkeiten mit der jeweiligen Studie hinsichtlich Erhebung des Datenmaterials und der statistischen Auswertung haben.

4.1 Rassow und Wolf 1977

Da bei der Zusammenstellung der Ergebnisse die Gruppenbildung von Rassow und Wolf verwendet wurde, soll zunächst mit dem Vergleich ihrer Ergebnisse begonnen werden.
Rassow und Wolf vergleichen in ihrer Arbeit:

Die präoperative RS mit dem präoperativen Visus und die präoperative RS mit dem postoperativen Visus.

Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse beim Vergleich von RS und Visus präoperativ.

Kollektiv mit präoperativer Cataract	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	RS=0, Visus= Ls,Hb,Fz	Summe
Rassow und Wolf 1977	28%	4%	54%	14%	100% (655)
vorliegende Untersuchung	4%	13%	64%	19%	100% (300)

Tab.8: Vergleich der Kollektive mit präoperativer Cataract. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente in den vier Ergebnisgruppen. In Klammern steht die absolute Gesamtanzahl der untersuchten Augen.

Rassow und Wolf untersuchten ein Kollektiv von 655 Augen. Davon waren über 90% an einer Cataract erkrankt. Die übrigen Augen hatten entweder andere Medientrübungen (Hornhautnarben) oder eine Amblyopie oder mehrere Erkrankungen.
Im Unterschied zu Rassow und Wolf wurden im Kollektiv der vorliegenden Untersuchung 300 Augen berücksichtigt. Unser Kollektiv ist damit um mehr als die Hälfte kleiner. Außerdem handelt es sich im vorliegenden Kollektiv ausschließlich um Cataractaugen.

Rassow und Wolf berücksichtigen in der Ergebnisgruppe RS=Visus nur Punkte (28%), die entlang der Winkelhalbierenden bzw. in der näheren Umgebung liegen (eine Abweichung von $\pm$ einer Visusstufe wurde noch als gleich zugelassen). In der vorliegenden Untersuchung gehen in diese Gruppe alle Punkte ein, die innerhalb der $\pm$33%-Geradenschere liegen. Obwohl damit der Einzugsbereich für diese Gruppe größer ist, liegt das Ergebnis mit 4% Übereinstimmung von RS und Visus weit unter dem von Rassow und Wolf (28%).
Der Visus wurde beim Kollektiv der vorliegenden Untersuchung ca. eine Woche postoperativ bestimmt, bei Rassow und Wolf ca. 12 bis 14 Tage nach der Operation.

Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse beim Vergleich von präoperativer RS und postoperativem Visus.

cataract-operiertes Kollektiv	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Rassow und Wolf 1977	67%	20%	13%	100% (114)
vorliegende Untersuchung	24%	34%	42%	100% (300)

Tab.9: Vergleich der beiden Kollektive hinsichtlich der Übereinstimmung von präoperativer RS und postoperativ ermitteltem Visus. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, in Klammern die absolute Anzahl der untersuchten Augen.

Rassow und Wolf bestimmten bei 114 Cataractaugen den postoperativen Visus (ca. 2 Wochen postoperativ) und verglichen ihn mit der präoperativ ermittelten RS dieser Augen. Mit 300 Augen der vorliegenden Untersuchung ist unser Kollektiv beinahe dreimal größer.

Rassow und Wolf zeigen, daß das Retinometer mit immerhin 67% Übereinstimmung zwischen RS prä- und Visus postoperativ eine gute Prognose lieferte. Nach unseren Ergebnissen mit nur 24% Übereinstimmung müßte man an dieser Stelle eher von einem Versagen der Methode sprechen.

Ursachen für die Divergenz in den Ergebnissen könnten folgende Faktoren sein:

- der Zeitpunkt der postoperativen Visusbestimmung und
- die unterschiedliche Anzahl an Augen mit RS gleich null oder kleiner als 0,1.

Der Visus wurde beim Kollektiv der vorliegenden Untersuchung ca. 1 Woche postoperativ bestimmt. Zu diesem Zeitpunkt ist das Sehen des Patienten durch die noch liegenden Hornhautfäden im Sinne eines Reizzustandes beeinträchtigt. Bei der späteren Visusbestimmung von Rassow und Wolf (ca. 2 Wochen postoperativ) ist der Visus infolge des fortschreitenden Heilprozesses besser. Diese Aussage stützt sich auf die Ergebnisse des in 3.1.2 vorgestellten Kollektivs der 208 Augen, von denen zusätzlich der Visus ca. 6 Wochen nach der Cataractoperation (bei Verordnung der ersten Starbrille) vorlag.
46% dieses Kollektivs der 208 Augen, deren Visus ca. 6 Wochen postoperativ bestimmt wurde, zeigen eine Übereinstimmung zwischen Visus und präoperativer RS. Damit liegt unser Ergebnis aber noch immer 21% unter dem von Rassow und Wolf.

Bei 68 der 208 Augen der vorliegenden Untersuchung war die RS schlechter als 0,1 oder null. Das entspricht mehr als einem Drittel der untersuchten Augen. In etwa 10% der Fälle gab es dagegen bei Rassow und Wolf Retinometerwerte zwischen null und 0,08.

Zieht man die 140 der 208 Augen zum Vergleich heran, deren RS besser oder gleich 0,1 war und deren Visus im Zeitverlauf (entweder 1 Woche oder 6 Wochen postoperativ) einen Wert annahm, welcher der präoperativen RS entsprach, so betrug die Übereinstimmung 67%. Das ergibt den gleichen prozentualen Anteil wie bei Rassow und Wolf.

4.2 Rassow und Rätzke 1977

Rassow und Rätzke vergleichen in ihrer Arbeit

präoperative RS mit postoperativem Visus

- eines Cataractkollektivs
- verschiedener Cataractuntergruppen.

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse des Cataractkollektivs bei Rassow und Rätzke im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung.

cataract-operiertes Kollektiv	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Rassow und Rätzke	58,6% (116)	30,8% (61)	10,6% (21)	100% (198)
vorliegende Untersuchung	37% (78)	47% (97)	16% (33)	100% (208)

Tab.10: Vergleich der Kollektive mit postoperativer Cataract. Angegeben sind präoperative RS und "höchster postoperativ erreichter" Visus.In den Zeilen stehen die Prozente als relative Häufigkeiten, in Klammern die absolute Anzahl der Augen.

198 operierte Cataractaugen fanden bei Rassow und Rätzke Berücksichtigung. Von diesen Augen wurde jeweils der beste postoperativ erreichte Visus zum Vergleich mit der präoperativen RS herangezogen. Der Visus hatte sich entweder bis zum Tag der Entlassung aus der stationären Behandlung (12 bis 14 Tage nach der Operation) eingestellt, oder er wurde durch Anfrage beim weiterbehandelnden Augenarzt ermittelt.
Dieses Kollektiv wird mit den 208 Augen der vorliegenden Untersuchung verglichen, von denen ebenfalls zwei postoperative Visuswerte vorliegen (Visus I ca. eine Woche, Visus II ca. 6 Wochen postoperativ, nähere Erläuterung siehe 3.1.2).
Zum besseren Vergleich wird von den 208 Augen ebenfalls der beste postoperativ erreichte Visus berücksichtigt.

RS=Visus

Bei Rassow und Rätzke haben 116 von 198 Augen einen postoperativen Visus, der präoperativ vorausgesagt wurde. Diese 58,6% stehen den 37% (78 von 208 Augen) der eigenen Untersuchung gegenüber.

Somit ist das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung bezüglich RS=Visus um mehr als 21% schlechter als bei Rassow und Rätzke. Dieser große Ergebnisunterschied ist umso stärker zu bewerten, als

- die Anzahl der untersuchten Augen annähernd gleich ist,
- in beiden Kollektiven der "beste postoperativ erreichte" Visus herangezogen wurde,
- daß entsprechende Bandbreiten als Übereinstimmung zwischen Visus und RS zugelassen wurden.

In der vorliegenden Untersuchung gingen in die Gruppe mit RS=Visus alle Augen ein, deren Visus bis zu 33% vom Retinometerwert abwichen. Rassow und Rätzke benutzten folgende Zuordnung:

RS	postoperativer Visus
0,015 bis 0,08	0,01 bis 0,1
0,15	0,1 bis 0,2
0,25	0,2 bis 0,4
0,4	0,3 bis 0,5
0,5	0,4 bis 0,7
0,7	0,5 bis 1,0
1,0	0,7 bis 1,2

Visus>RS

Bei Rassow und Rätzke wurde in 30,8% der Fälle (61 von 198 Augen) der Visus zu schlecht vorausgesagt. Das entspricht etwa einem Drittel aller untersuchten Augen. In der vorliegenden Untersuchung sind das 47% (97 von 208 Augen) und somit fast die Hälfte des gesammten Kollektivs.

RS>Visus

In dieser Ergebnisgruppe unterscheidet sich das Kollektiv bei Rassow und Rätzke mit 10,6% (21 von 198 Augen) kaum von dem der vorliegenden Arbeit mit 16% (33 von 208 Augen).

Rassow und Rätzke haben ihre Ergebnisse nach unterschiedlichen Formen der Cataract aufgelistet.
Drei Cataractuntergruppen bieten sich zum Vergleich mit der eigenen Untersuchung an:

1) "nicht mature" Cataractaugen

Dem Kollektiv von Rassow und Rätzke mit 141 Augen (132 immature und 9 prämature Cataractaugen) wird das Kollektiv der vorliegenden Untersuchung mit 166 Augen (32 Augen mit Cataracta nuclearis, 68 mit Cataracta capsularis und 66 mit Cataracta corticalis) gegenübergestellt.

2) mature Cataractaugen

Dem Kollektiv von Rassow und Rätzke mit 29 Augen (25 Augen mit maturer und 4 mit hypermaturer Cataract) wird das Kollektiv von 36 Augen (17 intumescente und 21 Augen mit maturer oder hypermaturer Cataract) gegenübergestellt.

3) Augen mit Cataracta complicata

Rassow und Rätzke untersuchten 14 Augen mit Cataracta complicata, in der vorliegenden Untersuchung sind es 4 Augen.

Tabelle 11 zeigt die Kollektive im Vergleich.

Cataractform	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe	
"nichtmature" Cataract	66% (93) 44% (73)	21% (29) 38% (63)	13% (19) 18% (30)	100% (141) 100% (166)	R+R v.U.
mature Cataract	17% (5) 16% (6)	79% (23) 84% (32)	4% (1) -	100% (29) 100% (36)	R+R v.U.
Cataracta complicata	- 50% (2)	29% (4) 25% (1)	71% (10) 25% (1)	100% (14) 100% (4)	R+R v.U.

Tab.11: Vergleich der Kollektive bei verschiedenen Cataractformen. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, in Klammern stehen die absoluten Zahlen. (R+R= Kollektiv bei Rassow und Rätzke, v.U.= Kollektiv der vorliegenden Untersuchung)

Aus Tabelle 11 ergibt sich, daß das unterschiedliche Ergebnis der Gesamtkollektive hauptsächlich durch die "nicht maturen" Cataractformen bestimmt wird.
Für RS=Visus ergibt sich bei Rassow und Rätzke eine Übereinstimmung von 66% (93 von 141 Augen) gegenüber 44% (73 von 166 Augen) der vorliegenden Untersuchung.

Visus>RS

63 Augen (38% der 166 Augen) der vorliegenden Untersuchung hatten einen besseren postoperativen Visus als präoperativ vorausgesagt. Das Retinometer als prognostisches Instrument hatte bei 33 Augen mit Cataracta corticalis, 20 Augen mit Cataracta capsularis und 10 Augen mit Cataracta nuclearis versagt. Rassow und Rätzke machen für das Versagen (29 der 141 Augen) im wesentlichen subkapsuläre Trübungen der hinteren Rinde mit einer geringen Durchlässigkeit für kohärentes Licht verantwortlich, wie sie bei 25 Augen mit immaturer Cataract vorkamen.

RS> Visus

Bei 18% (30 von 166 Augen) der vorliegenden Untersuchung war der Visus im Vergleich zur präoperativen RS schlecht oder unerwartet niedrig.
Rassow und Rätzke erklären die bessere RS für die 13% (19 von 141 Augen) dieser Gruppe mit einem zentralen Sehverlust als Folge von pathologischen Fundusveränderungen. Der schlechte postoperative Visus ist darauf zurückzuführen, daß das retinale Auflösungsvermögen für Gitterlinien größer ist als für Buchstaben. Wie schon im Ergebnisteil beschrieben, sind bei Erkrankungen der Netzhautmitte die Linien durch paracentrales Sehen erkennbar. Buchstaben sind schon bei geringen Exzentrizitäten von der Retina nicht mehr auflösbar. (Le Grand 1967, Green u. Cohen 1971, Gstalder u.Green 1971)
Auch in der vorliegenden Untersuchung war der Visus bei 3 Augen mit Macularleiden und jeweils einem Auge mit Endotheldystrophie, Fundus atherosklerotikus, äquatoriale Degeneration, Retinopathia pigmentosa und Glaucoma chronicum niedrig gegenüber der RS (insgesamt 8 von 30 Augen in dieser Gruppe).

Bei den maturen Cataractformen decken sich die Ergebnisse der beiden Kollektive weitgehend.

In Anbetracht der kleinen Augenzahl bei Cataracta complicata ist der Vergleich in Tabelle 11 nur ergänzend aufgeführt.

4.3 Mischer, Nover und Heinrich 1980

Mischer, Nover und Heinrich vergleichen in ihrer Studie die präoperative RS mit dem postoperativen Visus bei Cataractaugen. Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse der Autoren im Vergleich zur eigenen Untersuchung.

cataract-operiertes Kollektiv	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Mischer, Nover und Heinrich	60% (75)	14,4% (17)	25,6% (32)	100% (125)
vorliegende Untersuchung	32% (67)	7% (15)	61% (126)	100% (208)

Tab.12: Vergleich der Kollektive mit postoperativer Cataract. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, in Klammern stehen die absoluten Zahlen der untersuchten Augen.

In die Untersuchung von Mischer, Nover und Heinrich gingen 125 Cataractaugen ein, bei denen eine Retinometeruntersuchung möglich war. Alle Augen wurden operiert und der postoperative Visus am Entlassungstag bestimmt.
Dieses Kollektiv wird mit 208 der 300 zur Cataractoperation gelangten Augen der vorliegenden Untersuchung verglichen. Es handelt sich dabei um die Augen, bei denen ebenfalls eine RS bestimmt werden konnte. 92 der 300 Augen konnten bei dem Vergleich nicht berücksichtigt werden, weil keine RS ermittelt wurde.(siehe 3.1.2, Abb.5).

Die Ergebnisse von Mischer, Nover und Heinrich unterscheiden sich von denen der vorliegenden Untersuchung erheblich:
RS=Visus
Bei den Autoren bestätigt sich der prognostizierte Visus zu 60% (75 der 125 Augen). Demgegenüber beträgt die Übereinstimmung von RS und Visus in der vorliegenden Arbeit mit 32% (67 von 208 Augen) etwa die Hälfte von Mischer, Nover und Heinrichs prozentualem Ergebnis.
Übereinstimmung der Retinometer- und Visuswerte wurde bei den Autoren dann angenommen, wenn der bessere Wert (entweder RS oder Visus) nicht mehr als 50% über dem schlechteren lag. Beispiel: Übereinstimmung bestand dann, wenn die RS 0,6 und der postoperative Visus 0,9 betrugen oder umgekehrt.

Mit der Einbeziehung dieser Werte in die Gruppe RS=Visus ist eine Vergleichbarkeit zum Kollektiv der vorliegenden Untersuchung im besonderen Maße gegeben. ±33% Abweichung des Visus vom Retinometerwert gelten in der vorliegenden Arbeit als Übereinstimmung. Somit lassen beide Untersuchungen bestimmte Bandbreiten für RS=Visus zu.

Visus> RS

Augen, deren RS einen zu schlechten postoperativen Visus prognostizierte, machen in der vorliegenden Arbeit nur 7% (15) gegenüber 14,4% (18 von 125 Augen) bei Mischer, Nover, Heinrich aus. Es soll an dieser Stelle noch einmal betont werden, daß in beiden Kollektiven kein Auge berücksichtigt wurde, das eine RS von null hatte, wodurch eine postoperative Visusverbesserung erklärt werden könnte.

RS>Visus

Den Wert von 25,6% (32 von 125 Augen) schätzten die drei Autoren als recht hoch ein. Für 25 der 32 Augen erklärten sie den schlechten postoperativen Visus mit verschiedenen Augenerkrankungen. Bei den restlichen 7 Patienten hatten sie den Eindruck, daß der schlechte postoperative Visus zum einen durch mangelnde Kooperation bei Cerebralsklerose zum anderen durch einen hohen Astigmatismus am Entlassungstag bedingt war.
Mit 61% (126 der 208 Augen) liegt das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung weit über dem von Mischer, Nover und Heinrich. Auch für die vorliegende Arbeit kommt dem noch hohen Astigmatismus am Entlassungstag eine hohe Bedeutung zu. Dies wurde unter 3.1.2 des Ergebnisteils beschrieben. Die mangelnde Kooperation bei Cerebralsklerose muß in anbetracht des hohen Alters der Patienten auch in der vorliegenden Untersuchung zu einem großen Teil angenommen werden.

Vergleicht man die beiden Kollektive unter dem Aspekt, wie oft die RS als prognostisches Instrument einen Wert erreichte, der größer oder gleich dem postoperativen Visus war, so ergeben sich bei Mischer, Nover und Heinrich 85,6% (RS=Visus + RS>Visus) gegenüber 93% in der vorliegenden Untersuchung.

4.4 Makabe 1980

In seiner Studie vergleicht Makabe

- präoperative RS und postoperativen Visus bei Cataract
- RS und Visus bei Augen mit klaren Augenmedien.

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse des Cataractkollektivs bei Makabe im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung.

cataract-operiertes Kollektiv	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Makabe	63% (45)	7% (5)	30% (21)	100% (71)
vorliegende Untersuchung	52% (73)	21% (30)	27% (37)	100% (140)

Tab.13: Vergleich der Kollektive mit postoperativer Cataract. Nähere Erläuterung siehe Text. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, in Klammern die absolute Anzahl der untersuchten Augen in den drei Ergebnisgruppen.

Makabe bestimmte von 71 Patienten mit Cataracta senilis die RS und verglich sie mit dem postoperativen Visus. Der Zeitpunkt der postoperativen Visusbestimmung ist nicht genannt. Seinem Kollektiv werden hier 140 Augen gegenübergestellt, von denen ein Visus ca. 6 Wochen nach der Operation vorlag. Es ist das Kollektiv der unter 3.1.2 vorgestellten Augen, deren präoperative RS mindestens 0,1 betrug.

RS=Visus

Bei Makabe stimmte in 63% der Fälle (45 von 71 Augen) die RS mit dem postoperativen Visus überein. Dabei akzeptierte er eine Diskrepanz der beiden Werte (RS + Visus) bis zu 50%. 52% (73 von 140 Augen) der vorliegenden Untersuchung hatten eine RS, die dem Visus entsprach. Hierbei wurde eine Abweichung des Visuswertes vom Retinometerwert bis zu 33% akzeptiert. Makabe läßt somit eine größere Bandbreite als Übereinstimmung gelten.

Visus>RS

In 7% der Fälle (5 von 71 Augen) lag bei Makabe der Visus höher als durch die RS vorausgesagt. Ein Versagen des Retinometers als prognostisches Instrument war in der vorliegenden Untersuchung mit 21% (30 von 140 Augen) dreimal häufiger.

RS>Visus

Mit 30% (21 von 71 Augen) bei Makabe und 27% (37 von 140 Augen) in dieser Untersuchung unterscheiden sich die beiden Kollektive kaum.

Es muß betont werden, daß die unterschiedliche Anzahl der gegenübergestellten Augenkollektive (Makabe wertet nur halb soviel Augen aus) die Vergleichbarkeit einschränkt.
Weitere Einschränkungen ergeben sich daraus, daß

- Makabe Werte als Übereinstimmung akzeptiert, die bis zu 50% voneinander abweichen, (RS + Visus),
- Makabe keinen Zeitpunkt der postoperativen Visusmessung genannt hat.

Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse eines Kollektivs von Augen mit klaren Augenmedien bei Makabe im Vergleich zum Kollektiv der anderen Augenerkankungen der eigenen Untersuchung.

Kollektiv mit anderen Augenerkrankungen	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Makabe klare Augenmedien	66% (47)	15% (19)	19% (24)	100% (126)
vorliegende Untersuchung and.Augenerkr.	45% (187)	7% (27)	48% (200)	100% (415)

Tab.14: Vergleich der Kollektive bei Augen mit klaren Augenmadien (Makabe) und anderen Augenerkrankungen (vorliegende Untersuchung). Angegeben sind die relativen Häufigkeiten, in Klammern die absolute Anzahl der Augen.

Makabe untersuchte 126 Augen mit klaren Augenmedien, die hier mit 415 Augen aus der Gruppe der anderen Augenerkrankungen (meist ebenfalls klare Augenmedien) verglichen werden.

Wie bei den Cataractkollektiven zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse. Diese müssen jedoch zunächst darauf zurückgeführt werden, daß

- die Anzahl der untersuchten Augen stark differiert (Makabe 126 Augen, vorliegende Untersuchung 415 Augen)
- Makabe in seiner Untersuchung 48 Augen berücksichtigte, die keine Augenerkrankung hatten, was das Ergebnis bezüglich Übereinstimmung von RS und Visus erheblich verbessern dürfte (66% gegenüber 45% unserer Untersuchung).
- in der vorliegenden Untersuchung auch Augen Berücksichtigung fanden, die eine Medientrübung hatten (z.B. Glaskörperhämorrhagie, Iridocyclitis, Verätzung). Hier war der Visus wie bei den Cataracten schlecht. Die RS gelangte zu besseren Werten (bei 48% war die RS besser als der entsprechende Visus, gegenüber 19% des Kollektivs bei Makabe).

Makabe spricht von einer starken Diskrepanz zwischen RS und Visus bei Fundusveränderungen des Auges, insbesondere bei Maculadegeneration, wobei der Retinometerwert meist besser war als der Visus. Durch die vorliegende Untersuchung kann das bestätigt werden:
Bei 55% (46 von 83 Augen) mit Macularleiden fiel die RS höher aus als der Visus. In 35% der Fälle (29 von 83 Augen) stimmten RS und Visus überein, in 10% (8 von 83 Augen) lag der Visus über der RS.

4.5 Kolling 1978

Kolling vergleicht in seiner Veröffentlichung

- präoperative RS mit präoperativ ermitteltem Visus
- präoperative RS mit postoperativ ermitteltem Visus
- prä- und postoperativ ermittelte RS

bei Cataractaugen und untersucht den Einfluß von Cataractstadium auf die Anwendbarkeit des Retinometers.

Bei Kolling wurde von 100 Augen die präoperative RS bestimmt und mit den entsprechenden präoperativ ermittelten Visuswerten verglichen. 72 der 100 Augen ließen die Bestimmung der RS zu. Diese 72 Patientenaugen hatten meist eine erheblich bessere RS als der entsprechende Visus erwarten ließ.

Das Resultat von Kolling entspricht dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung. Von 300 untersuchten Augen hatten 208 überhaupt eine RS, wobei die Retinometerwerte ebenfalls höher ausfielen als die entsprechenden Visuswerte.(3.1.1, Abb.4).

Bei Kolling war in keinem Fall der Visus besser als die RS. In der vorliegenden Untersuchung war bei 4 Augen, die eine RS von 0,05 hatten, der Visus geringfügig besser als die RS.

Weiterhin hatten bei Kolling alle 72 Patienten, die Streifen auf der Netzhaut erkannten, einen Visus von 0,05 und besser. In unserer Arbeit gab es dagegen 14 Augen, die Streifen erkannten, aber nur einen Visus von Ls,Hb,Fz hatten. 7 der 14 Augen hatten bei dem Visus Ls,Hb,Fz sogar eine RS von 1,0.

Kolling beschreibt in seiner Studie für 28 Augen, von denen eine RS nicht bestimmt werden konnte, einen Visus von Ls,Hb,Fz bis 0,25p. Der Autor macht dafür einen meist geistig oder körperlich schlechten Zustand der untersuchten Patienten verantwortlich.

In der eigenen Untersuchung reicht der Visus für die 92 Augen, bei denen keine RS bestimmbar war, von Ls,Hb,Fz (57 Augen) bis 0,2 (2 Augen).

Das von Kolling nachgewiesene Verhalten der RS (Streifen erkannt oder keine Streifen erkannt) bei bestimmten aufgeführten Visuswerten (3.1.1, Abb.4a) entspricht weitgehend unseren Ergebnissen. Mit abnehmendem Visus wird die Anzahl der Augen, die das Streifenmuster erkannten, kleiner.

Bei Kolling erkannte bei einem Visus von Ls,Hb,Fz kein Auge die Streifen. 14 von 71 Augen in der vorliegenden Untersuchung mit einem Visus von Ls,Hb,Fz sahen die Streifen.
Ab einem Visus von 0,5 nahmen bei Kolling alle Patienten die Streifen auf der Netzhaut wahr. Nach unserer Auswertung wurden die Streifen bei einem Visus von 0,3 und höher von allen untersuchten Patienten erkannt.

Postoperativ ergaben sich folgende Ergebnisse:
Die 28 Augen, die bei Kolling präoperativ keine RS hatten, zeigten postoperativ Visuswerte zwischen 0,25 und 1,25.
Bei den 92 Augen der vorliegenden Untersuchung, die ebenfalls präoperativ keine RS hatten, lag der postoperative Visus zwischen Ls,Hb,Fz und 0,9 (3.1.2, Abb.5).
Die 72 Augen, die bei Kolling präoperativ eine RS hatten, zeigen postoperativ einen Visus, der der präoperativen RS entspricht. Dagegen sind in der vorliegenden Untersuchung die Ergebnisse zu einer höheren RS verschoben.
Je besser bei Kolling die präoperative RS, desto größer die Übereinstimmung zum postoperativen Visus. Z.B. schwankt bei einer RS von 1,0 der postoperative Visus von 0,65 bis 1,25. Die Schwankungen sind in der vorliegenden Untersuchung größer. Bei einer RS von 1,0 konnte ein Visus zwischen 0,3 und 1,0 oder besser auftreten. (Außnahme: Bei einer RS von 1,0 wurde 1x ein Visus von 0,05 und 2x von 0,1 bestimmt.)

Bei Betrachtung einzelner Cataractformen konnte Kolling keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der Zuverlässigkeit der präoperativen Retinometermessung feststellen.
Dagegen spricht auch er von einem deutlichen Einfluß des Cataractstadiums auf die Anwendbarkeit des Retinometers.
Bei maturer Cataract ist die Prüfung der RS vom Untersuchungsprinzip her nicht möglich. "...zwei kleinste noch genügend klare Stellen in der Linse sind nötig, damit die beiden kohärenten Lichtstrahlen auf der Retina ein Interferenzmuster erzeugen können." (Kolling 1978)

Kolling bestimmte bei den 100 untersuchten Augen die postoperative RS und verglich sie mit der präoperativ ermittelten RS.

Bei unseren Auswertungen ergab sich, daß bei 83 der 300 Augen eine prä- und postoperative RS bestimmt worden war (3.1.3, Abb.7). In der Untersuchung von Kolling hatten 67 der 100 Augen postoperativ (zum Teil erheblich bessere postoperative RS) eine höhere RS als präoperativ. Kolling gibt als Ursache eine meist ausgeprägte Cataract und/oder zerebral weniger leistungsfähige Patienten an. Außerdem sind (für ihn) als Erklärung seiner Daten

- eine gewisse Gewöhnung an das Gerät sowie
- ein Trainingseffekt bei der Wiederholung der Untersuchung

nicht von der Hand zu weisen.
50 Augen der vorliegenden Untersuchung (60% von 83 Augen) hatten postoperativ eine bessere RS als präoperativ. Allerdings war bei 40 der 50 Augen präoperativ keine RS bestimmbar.

Zusammenfassend zeigt die Studie von Kolling gewisse Gemeinsamkeiten zur vorliegenden Untersuchung hinsichtlich

- präoperativer Cataract
- Einfluß von Cataractstadien auf die Anwendbarkeit des Retinometers
- prä- und postoperativ ermittelte RS (soweit vergleichbar).

Bezüglich cataractoperierter Augen (RS prä- verglichen mit Visus postoperativ) beschreibt Kolling eine größere Übereinstimmung von RS und Visus.

Beim Vergleich der beiden Studien muß darauf hingewiesen werden, daß

- 100 untersuchten Cataractaugen bei Kolling 300 Augen der vorliegenden Untersuchung gegenüberstehen,
- bei Kolling von allen 100 Augen eine postoperative RS vorlag, in dieser Studie dagegen nur von 83 der 300 Augen,
- der Zeitpunkt der postoperativen Visusbestimmung bei Kolling nicht genannt ist.

4.6 Green und Cohen 1971

Die Autoren Green und Cohen beschäftigen sich in ihrer Untersuchung mit dem Vergleich

- von präoperativer RS und präoperativem Visus
- von präoperativer RS und postoperativem Visus bei Cataracterkrankungen,
- von RS und Visus bei anderen Augenerkrankungen.

Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse des Kollektivs mit präoperativer Cataract bei Green und Cohen im Vergleich zum Kollektiv der vorliegenden Untersuchung.

Kollektiv mit präoperativer Cataract	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Green und Cohen	22% (13)	-	78% (47)	100% (60)
vorliegende Untersuchung	23% (64)	13% (39)	64% (197)	100% (300)

Tab.15: Vergleich der Kollektive präoperativ bei Augen mit Cataracterkrankungen. Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, die absolute Anzahl der Augen steht in Klammern.

Die Autoren Green und Cohen untersuchten 60 Augen von 51 Patienten mit Cataract.
13 der von ihnen untersuchten Augen (22% von 60 Augen) zeigten beim präoperativen Vergleich eine Übereinstimmung von Visus und RS. Prozentual entspricht das Ergebnis dem der vorliegenden Untersuchung. Die Übereinstimmung betrug 23% (64 von 300 Augen.
Kein Auge hatte bei Green und Cohen einen Visus, der besser war als die entsprechende RS. 39 von 300 Augen (13%) der vorliegenden Untersuchung zeigten gegenüber der RS einen besseren Visus.
47 von 60 Augen (78%) erzielten bei Green und Cohen eine RS, die besser war als der entsprechende präoperative Visus. Dem können 197 von 300 Augen (67% nach der eigenen Erhebung gegenübergestellt werden.

Das präoperativ untersuchte Kollektiv von 300 Cataractaugen der vorliegenden Erhebung ist fünfmal größer als das von Green und Cohen mit 60 Augen.

Tabelle 16 zeigt das Kollektiv von Green und Cohen im Vergleich zur eigenen Untersuchung bei Betrachtung der postoperativen Ergebnisse.

cataract-operiertes Kollektiv	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Green und Cohen	65% (39)	28% (17)	7% (4)	100% (60)
vorliegende Untersuchung Visus ca.6 Wochen post Op.	37% (78)	47% (97)	16% (33)	100% (208)

Tab.16: Vergleich der Kollektive bei Augen mit Cataract. Angegeben sind die präoperative RS und der postoperativ ermittelte Visus. In den Zeilen stehen die relativen Häufigkeiten als Prozentzahlen, in Klammern die absolute Anzahl der untersuchten Augen.

Postoperativ war bei Green und Cohen die RS in 39 Fällen (65% von 60 Augen) gleich dem Visus, bei 4 von 60 Augen (7%) geringfügig schlechter als die RS. 17 mal (28%) wurde postoperativ ein besserer Visus bestimmt, als er präoperativ durch die RS vorausgesagt worden war.
Die Autoren geben einen Korrelationskoeffizienten von 0,69 für 45 Augen an, die alle Streifen auf der Netzhaut erkannten.

Green und Cohen zeigen bezüglich des Verhaltens der Retinometerwerte bei bestimmten Visuswerten, daß mit abnehmendem Visus die Anzahl der Augen, die Streifen auf der Netzhaut wahrnahmen, kleiner wird. Alle Patienten mit einem Visus von 20/400 oder besser erkannten die Streifen.
In der vorliegenden Untersuchung lag die Grenze bei 0,3, in der Untersuchung von Kolling wurden die Streifen ab einem Visus von 0,5 von allen untersuchten Patienten erkannt.

Daß bei Green und Cohen ab einem Visus von 20/400 (0,05) alle untersuchten Augen die Streifen auf der Netzhaut erkannten, spricht für eine bessere Verwendbarkeit des Retinometers bei kleinen Visuswerten. Diese bessere Verwendbarkeit ist auf die Untersuchungsintensität und -dauer der beiden Autoren zurückzuführen.

Die Untersuchungsweise bestand darin, daß die Untersucher den Patienten mit mäßig dichter Cataract Bilder mit ähnlichen Streifen zeigten, wie sie bei der Retinometeruntersuchung erkannt werden sollten.
Die Untersuchung eines Auges dauerte 10 bis 15 Minuten, die beider Augen im Durchschnitt eine halbe Stunde.
Hatte es der Patient nach dieser Zeit nicht erlernt, die Streifen auf der Netzhaut zu erkennen, wurde die Untersuchung abgebrochen. Green und Cohen sind der Auffassung, daß mit mehr Geduld und längerem Unterrichten von einigen dieser Patienten die Streifen erkannt worden wären.

Für Green und Cohen ist die Retinometeruntersuchung nicht hauptsächlich wertvoll für Patienten, die gewöhnlich cataractoperiert werden. Viel wichtiger ist ihnen das Aufzeigen vorhandener "Visuspotentiale" bei präoperativ bekannten Erkrankungen der Macula. Bisher wurde in diesen Fällen eine Operation als sinnlos angesehen.

Tabelle 17 zeigt das Kollektiv der anderen Augenerkrankungen bei Green und Cohen im Vergleich zum Kollektiv der vorliegenden Untersuchung.

Kollektiv mit anderen Augenerkrankungen	RS=Visus	Visus>RS	RS>Visus	Summe
Green und Cohen klare Augenmedien	82% (36)	-	18% (8)	100% (44)
vorliegende Untersuchung, andere Augenerkrankungen	45% (187)	7% (27)	48% (200)	100% (415)

Tab.17: Vergleich der Kollektive bei Augen mit anderen Augenerkrankungen (Green und Cohen ausschließlich klare Augenmedien). Angegeben sind die relativen Häufigkeiten als Zeilenprozente, in Klammern die absolute Anzahl der untersuchten Augen.

Die Autoren Green und Cohen untersuchten 44 Augen von 34 Patienten mit klaren Augenmedien. Davon hatten 25 Augen eine Erkrankung der zentralen Region der Retina, 6 Augen waren aphak und 13 Augen normalsichtig.
Beim Vergleich von RS und Visus ermittelten Green und Cohen für diese 44 untersuchten Augen einen Korrelationskoeffizienten von 0,93. Dabei war in 8 Fällen die RS größer als der Visus, bei den übrigen 36 Augen entsprach die RS dem Visus.

Weiterhin geben die Autoren an, daß gerade bei einer Erkrankung wie der Chorioretinitis die RS deutlich höher liegt als der Visus. Bei dieser Krankheit kommt das Faktum des besseren Auflösungsvermögens für Linien zum Tragen. Das bloße Erkennen der Richtung von Streifen stellt eine eher primitive Form des Sehens dar als das Erkennen von Buchstaben oder Zahlen.
In der vorliegenden Untersuchung kann diese Aussage bestätigt werden:

Bei 13 Augen mit Chorioretinitis war 9 mal die RS größer als der Visus.
Bei den restlichen 4 Augen waren RS und Visus gleich.
Eine Papillitis zeigte in der vorliegenden Untersuchung ein ähnliches Ergebnis. Von 15 Augen war in 11 Fällen die RS größer als der Visus, bei den anderen 4 Augen stimmten Visus und RS überein.

Der wesentlichste Unterschied - soweit vergleichbar - zu den Ergebnissen der eigenen Untersuchung besteht darin, daß alle untersuchten Patienten mit einer Cataract präoperativ die durch Laserinterferenz erzeugten Streifen erkannten, wenn ihr Visus mindestens 20/400 (0,05) betrug. Diese Grenze lag nach unseren Ermittlungen bei 0,3 (3.1.1, Abb.4a) und bei Kolling bei 0,5!
Tatsächlich scheint der Untersuchungsintensität und -dauer eine große Bedeutung für die Anwendbarkeit des Retinometers als prognostisches Instrument zuzukommen, besonders bei schlechteren Visuswerten fortgeschrittener Cataractstadien.

4.7 Rassow und Wolf 1973

Rassow und Wolf untersuchten unter anderem in ihrer Studie bei Cataract die Anwendbarkeit des Retinometers bei Visuswerten von Ls,Hb,Fz (zusammengefaßt 29 Augen), 0,05 (6 Augen) und 0,1 (17 Augen). Die Häufigkeitsverteilung von Retinometerwerten bei diesen Visuswerten wird mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung verglichen (Abb.4b, 3.1.1).

Visus = Ls,Hb,Fz

Von 29 Augen mit einem Visus von Ls,Hb,Fz hatten bei Rassow und Wolf 17 Augen keine RS. Somit lieferte der Interferenztest in einem Großteil der Fälle überhaupt keinen Hinweis auf die Funktion der Netzhaut.
Das Ergebnis entspricht der vorliegenden Untersuchung.
57 von 71 Augen mit dem Visus Ls,Hb,Fz zeigten keine RS.
Die höchste gemessene RS bei diesem Visus war bei Rassow und Wolf 0,5.(bei einem der 29 Augen gemessen). In der vorliegenden Arbeit hatten dagegen 7 von 71 Augen eine RS von 1,0 bei einem Visus von Ls,Hb,Fz.

Visus = 0,05

Von 6 Augen mit dem Visus 0,05 hatte bei Rassow und Wolf ein Auge keine RS, ein Auge einen Retinometerwert von 0,05, zwei Augen besaßen eine RS von 0,2 und jeweils ein Auge einen Wert von 0,7 und 1,0. Somit haben 4 der 6 untersuchten Augen eine höhere RS als der entsprechende Visus.
In der eigenen Gruppe, die Visuswerte zwischen 0,02 und 0,08 einschloß, war die Verteilung ebenfalls zu höheren Retinometerwerten verschoben. 51 der 82 Augen, die einen Visus von 0,02 bis 0,08 zeigten, zeichneten sich durch eine RS aus, die zwischen 0,1 und 1,0 lag. Allein 17 Augen hatten die RS 1,0, weiter 17 Augen den Retinometerwert 0,8.
27 der 82 Augen konnten keine Streifen auf der Netzhaut erkennen, bei 4 Augen entsprach die RS dem Visus.

Visus = 0,1

Rassow und Wolf geben für Augen mit dem Visus 0,1 an, daß in einem Fall (von 17 untersuchten Augen) keine RS vorhanden war, in einem weiteren Fall die RS dem Visus entsprach. Die übrigen 15 Augen verfügten über eine RS, die besser war als der Visus. Die Werte lagen zwischen 0,2 und 1,0.

Von 57 Augen der vorliegenden Untersuchung, die einen Visus von 0,1 hatten, konnte in 6 Fällen keine RS ermittelt werden. In einem Fall entsprach die RS dem Visus. 47 der 57 untersuchten Augen hatten eine RS, die höher lag als der entsprechende Visus. 12 Augen hatten sogar eine RS von 1,0.

Zusammenfassend ergibt sich aus der Betrachtung der beiden Studien, daß eine Anwendbarkeit des Retinometers bei einem Visus von Ls,Hb,Fz eingeschränkt ist. Die überwiegende Anzahl der Augen mit diesem Visus hatte keine RS. Jedoch ist das Retinometer hier nicht gänzlich unbrauchbar. Ist eine RS vorhanden, so gibt sie doch gute Aufschlüsse über die tatsächliche Netzhautfunktion des cataractgetrübten Auges. Die RS liegt dann nämlich meist über dem ermittelten Visuswert. Mit steigendem Visus wird auch die Anwendbarkeit des Retinometers effektiver.

4.8 D.G.Green 1970

Der Autor vergleicht in seiner Studie die präoperative RS mit
- dem präoperativen Visus und
- dem postoperativen Visus

bei an Cataract erkrankten Augen.
Green beschreibt das Ergebnis von 61 Augen (50 Patienten), bei denen präoperativ eine Bestimmung von RS und Visus vorgenommen wurde.
Green bezeichnet eine Sehschärfe von 0,67 und besser als

"good vision"

und eine Sehschärfe unter 0,25 als

"poor vision".

Von den 61 untersuchten Augen hatten 36 (60%) somit präoperativ ein "Potential" für einen guten Visus:

Die RS war größer oder gleich 0,67.
Der Visus lag zwischen Lichtschein und 0,5, wobei allein 18 der 36 Augen mit einer RS von 0,67 oder besser einen Visus unter 0,1 hatten.
In keinem Fall lag der Visus über der RS.

Verglichen mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit hatten 49% (148 von 300 untersuchten Augen) ein "Potential" für einen guten Visus (3.1.1, Abb.4):

Die RS betrug bei den 148 Augen mindestens 0,63, der entsprechende Visus war schlechter. Er lag im Bereich von Ls,Hb,Fz bis 0,5.
Bei 38 der 148 Augen mit gutem Visuspotential (RS mindestens 0,63) war der Visus schlechter als 0,1.

Gegenüber 21% (13 von 61 Augen) bei Green war nach unseren Erkenntnissen in 31% der Fälle (92 von 300 Augen) keine RS bestimmbar.
Während bei Green diese Augen auch keinen Visus hatten, wurden in der vorliegenden Untersuchung bei Augen, die keine Streifen erkannten, Visuswerte von 0,1 und 0,2 neben Ls,Hb,Fz gemessen.

21 Augen wurden bei Green einer Cataractoperation unterzogen.
11 der 21 Augen hatten postoperativ einen "guten Visus" (Visus mindestens 0,67).

Nach den hier ermittelten Resultaten erreichten nur 28 von 148 Augen (24%) aus der Gruppe mit "guter Vorhersage" (RS mindestens 0,63) den Visus von mindestens 0,6 (3.1.2,Abb.5).

Bei Green zeigten 9 der 21 operierten Augen präoperativ ein "schlechtes Visuspotential" (RS kleiner als 0,25) an.
2 dieser 9 Augen hatten dann postoperativ einen besseren Visus als 0,25 (Voraussage hatte versagt).
115 der 300 operierten Cataractaugen in der vorliegenden Untersuchung hatten präoperativ eine RS, die schlechter oder gleich 0,2 war. Mit den Retinometerwerten bis 0,2 wurde für den postoperativ erreichbaren Visus eine schlechte Sehschärfe vorausgesagt.

Für 31 Patientenaugen (27% von 115 Augen) bestätigte sich die Voraussage für einen schlechten postoperativen Visus (Visus kleiner oder gleich 0,2).
Die übrigen 84 Augen (73% der 115 Augen) hatten einen besseren Visus als durch das Retinometer präoperativ vorausgesagt.

Betrachtet man zusammenfassend die Anwendbarkeit des Retinometers als prognostisches Instrument für einen postoperativ erreichbaren Visus eines Cataractauges, so zeigen die Ergebnisse beider Studien:

Wenn ein schlechter Visus prognostiziert wird (RS kleiner als 0,25), besteht keine Veranlassung aufgrund der schlechten Voraussage durch das Retinometer eine Cataract nicht zu operieren.
Die Ergebnisse von Green und Cohen sowie die der vorliegenden Untersuchung zeigen, daß der postoperative Visus besser sein kann (bei 84 von 115 Augen in der vorliegenden Untersuchung!) als seine Voraussage.

Das Retinometer darf niemals ausschlaggebend dafür sein, eine Cataractoperation aufgrund der schlechten Prognose (durch keinen oder einen kleinen Retinometerwert) nicht durchzuführen.

4.9 Zusammenfassende Beurteilung und Diskussion

In diesem Kapitel werden noch einmal die Faktoren aufgeführt,
- die den Vergleich mit der Literatur erschweren,
- die den Vergleich von RS und Visus beeinträchtigen.

a) Faktoren, die den Literaturvergleich beeinflussen:

Unterschiedliche Auswahl des Krankengutes

Bezüglich Alter und Geschlecht der untersuchten Patienten sind in der Literatur keine Angaben vorhanden.
Cataracterkrankungen werden zum Teil nach -form und -stadium aufgegliedert, andere Autoren betrachten Cataracterkrankungen allgemein.
Sofern Autoren auch Ergebnisse anderer Augenerkrankungen auswerteten, waren das zumeist solche mit klaren Augenmedien.
Diese Erkrankungen wurden entweder namentlich aufgeführt, oder als ein Gesamtkollektiv betrachtet.

Differenz der Patientenzahlen

Alle Studien unterscheiden sich von der vorliegenden Untersuchung hinsichtlich der Anzahl der Patientenaugen. Dabei liegt die Anzahl der untersuchten Patientenaugen in der eigenen Arbeit fast durchweg höher (Außnahme: präoperatives Cataractkollektiv mit 655 Augen gegenüber 300 Augen in dieser Arbeit).

Benutzung anderer Apparaturen

Zwar arbeiten die Retinometer nach demselben Prinzip, sie sind jedoch hinsichtlich Kontrast, Grundleuchtdichte und Strahlengang nicht identisch. (Kolling 1978)

Unterschiede im Untersuchungshergang

Rassow und Wolf (1977) beschreiben, daß es sich als günstig erwiesen hat, bei der Retinometeruntersuchung mit einer geringen Leuchtdichte anzufangen, da sich die Patienten erst an das Testfeld gewöhnen müssen.
Green (1970) gibt an, daß manche Patienten, welche die groben Streifen nicht erkannten, in der Lage waren, feinere Streifen zu erkennen. Außerdem berichtet er, daß viele Patienten das Erkennen von Streifenmustern auf der Netzhaut erst erlernten, also ein Trainingseffekt vorlag. (Green und Cohen 1971)

Ebenso ist die Weitstellung der Pupille für die mögliche Durchdringbarkeit des Lasers von größter Bedeutung. (Goldmann und Lotmar 1969, Green 1970, Schoemann-Leewangh und Crone 1980)
Eine richtige Leuchtdichte ist wichtig. Bei mittleren Medientrübungen benötigt man eine hohe Leuchtdichte, bei geringen Trübungen oder klaren Augenmedien eine herabgesetzte Leuchtdichte. (Fa.Rodenstock)
Bezüglich der Übereinstimmung von RS und Visus ist der Zeitpunkt der postoperativen Visusmessung entscheidend. (Lindner, Giessmann, Matschass, Rauschenbach 1978)
Erst der nach Ausheilung des cataractoperierten Auges (Fäden z.T. entfernt, Hornhaut weitgehend reizfrei) bestimmte Visus sollte zum Vergleich mit der präoperativen RS herangezogen werden.

Die statistischen Auswertungen

unterscheiden sich in den einzelnen Studien z.B. in der Darstellungsweise von Ergebnissen, der Bildung von Ergebnisgruppen und der Zusammenfassung von Meßwerten.

b) Faktoren, die den Vergleich von RS und Visus beeinträchtigen:

Ungenauigkeit des Retinometers

Bei der Untersuchung der RS handelt es sich um einen subjektiven Test. Somit sind die Meßwerte bestimmten Schwankungen ausgesetzt. Sie stellen physiologische Meßergebnisse dar. Der psychische und physische Zustand der Patienten, Ernährung, Schlaf und Sauerstoffanteil der Luft eine Rolle spielen (Rassow und Rätzke 1971). Auch die Visusbestimmung wird durch subjektive Faktoren beeinflußt. Um die Meßmethode zu objektivieren, muß beim Vergleich von RS und Visus deshalb konzidiert werden, daß eine Übereinstimmung der beiden Werte auch dann vorliegt, wenn RS und Visus noch "in bestimmten Bandbreiten" liegen. (In der eigenen Studie: 33% Abweichung des Visus vom Retinometerwert).
RS und Visus werden in den Studie zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmt. Dies erhöht die Schwankungsbreite der Ergebnisse.

Richtungsabhängigkeit

des visuellen und neuronalen Auflösungsvermögens.
Harms, G. (1980) beschreibt eine bessere Erkennbarkeit von senkrechten und waagerechten Streifen gegenüber schrägen Streifenbildern auf der Netzhaut. Dabei werden die senkrechten noch besser erkannt als die waagerechten Streifen.
Die RS differiert um 10% bis 15% bei den verschiedenen Streifenrichtungen. Daraus folgt, daß die Prüfung mit senkrechten und waagerechten Linien zu hohe, die mit schrägen Linien zu niedrige Retinometerwerte ergibt.

Kommunikationsschwierigkeiten und cerebrale Leistungsfähigkeit

sind entscheidende Faktoren, die den Vergleich von RS und Visus erschweren und die Ergebnisse verfälschen.
(Rassow und Wolf 1977, Schoemann 1980, Kolling 1978, Green und Cohen 1971)

Andere Augenerkrankungen neben der Cataract

Schoemann-Leewangh (1980) macht für seine "falsch positiven" Ergebnisse (Visus postoperativ schlechter als die präoperative RS) folgende Faktoren verantwortlich:
- Amblyopie; dabei ist die RS zu hoch bestimmt worden.
(Kolling 1978, Gstalder und Green 1971, Comberg und Ehrich 1973)
Auch Rassow und Rätzke (1977) geben an, daß kein anderer Sehtest eine so hohe Leuchtdichte und einen so großen Kontrast hervorbringt. Diese Faktoren (Leuchtdichte und Kontrast) führen zu generell höheren Retinometerwerten bei der Amblyopie.
- schmale centrale Gesichtsfeldausfälle
Das periphere Auflösungsvermögen für Streifen ist höher als das für Buchstaben. Deshalb ist präoperativ durch die RS ein höherer Visus vorausgesagt worden, als nachher tatsächlich vorhanden war. (Rassow und Rätzke 1977, Green und Cohen 1971)
- postoperative Faktoren
Z.B. Glaskörperhämorrhagie, Netzhautablösung, Restcataract waren als postoperativ aufgetretene Erkrankungen häufig für einen schlechteren postoperativen Visus verantwortlich als eigentlich präoperativ durch die RS vorausgesagt wurde.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Das Retinometer wird vorgestellt und die Meßmethode beschrieben. Weiter werden die Merkmale des untersuchten Patientenkollektivs und die statistische Methodik erläutert.

Zusammenfassend ergaben sich folgende Ergebnisse bei Retinometermessungen:
Von 300 untersuchten Patientenaugen mit einer Cataracterkrankung lag die präoperative RS zu 64% über dem präoperativen Visus, d.h. das Retinometer gab mehr Information über die Sehfunktion der Netzhaut als der Visus.
Je schlechter der Visus, desto seltener konnte eine RS bestimmt werden. 57 von 71 Augen, die einen Visus von Ls,Hb,Fz hatten, konnten keine Streifen auf der Netzhaut erkennen, eine RS war somit nicht bestimmbar. Bei Cataracta matura/hypermatura als dichtem Cataractstadium (meist schlechter Visus) konnten nur 4 von 37 Augen Streifen auf der Netzhaut erkennen (11%).

Die Anwendung des Retinometers zeigte bei folgenden Cataractformen gleich gute Erfolge. Präoperativ war bei 85% (41 von 48 Augen mit Cataracta nuclearis und jeweils bei 81% mit Cataracta corticalis (81 von 100 Augen) und Cataracta capsularis (71 von 87 Augen) eine RS bestimmbar.
Postoperativer Visus (ca. eine Woche postoperativ) und präoperative RS stimmten in 24% (71 von 300 Augen) überein. Bei 42% (126 von 300 Augen) war die RS größer als der Visus. Die RS prognostizierte einen zu schlechten Visus in 34% (103 von 300 Augen).

Wichtig ist der Zeitpunkt der postoperativen Visusbestimmung. Von 208 der 300 untersuchten Augen lag ein zweiter Visus vor, der ca. 6 Wochen postoperativ bestimmt wurde (durch Anfrage beim weiterbehandelnden Augenarzt).
Bei 81% (176 von 208 Augen) verbesserte sich bis zur Verordnung der ersten Starbrille der Visus gegenüber dem ca. eine Woche postoperativ ermittelten.

Dichte Cataractstadien schränken die Anwendbarkeit des Retinometers als prognostisches Instrument ein. In nur 3% (1 von 37 Augen) bei Cataracta matura/hypermatura und 9% (2 von 22 Augen) bei Cataracta intumescens war die präoperative RS gleich dem postoperativen Visus.
Für verschiedene Cataractformen konnte eine präoperativ abgegebene Prognose durch das Retinometer in 31% bei Cataracta corticalis (31 von 100 Augen) und in jeweils 25% bei Cataracta capsularis (22 von 87 Augen) und Cataracta nuclearis (12 von 48 Augen) postoperativ bestätigt werden (RS präoperativ = Visus postoperativ).

Bei 415 untersuchten Augen, die verschiedene andere Augenerkrankungen aufwiesen, ließ sich das Retinometer ohne Schwierigkeiten anwenden. Für alle Augenerkrankungen zusammen ergab sich eine Übereinstimmung zwischen RS und Visus von 45% (188 von 415 untersuchten Augen. In 7% der Fälle (27 von 415 Augen) lag der Visus über der RS. Mit 48% (200 von 215 Augen) war die RS sehr häufig besser als der Visus. Besonders deutlich lag die RS bei der vaskulären Papillitis mit 73% (11 von 15 Augen) und bei der Chorioretinitis mit 64% (9 von 13 Augen) über dem Visus.
Von den Augenerkrankungen mit klaren Medien folgten: Macularleiden mit 55% (46 von 83 Augen), Zentralvenen- und Venenastverschluß mit 42% (10 von 24 Augen), mit 41% Neuritis retrobulbaris (16 von 39 Augen) sowie Retinopathia diabetica et pigmentosa (12 von 29 Augen) und mit jeweils 40% Amotio retinae, Netzhautforamen (20 von 50) und Amblyopie (17 von 42 Augen). Beim Zentralarterien- und Arterienastverschluß war in 22% (5 von 23 Augen) die RS besser als der Visus.
Bei den Augenerkrankungen mit getrübten Medien lag die RS bei der Verätzung in 69% der Fälle (9 von 13 Augen) über dem Visus, bei der Iridocyclitis in 64% (21 von 33 Augen), der Glaskörperhämorrhagie in 50% (15 von 30 Augen) und der Contusio in 43% (9 von 21 Augen).

Übereinstimmung mit der Literatur gab es hinsichtlich des Vergleichs von präoperativ ermittelter RS und Visus bei Cataracterkrankungen. (Rassow und Wolf 1977, Green und Cohen 1971) Gemeinsamkeiten mit der Literatur bestanden auch bezüglich der Anwendbarkeit des Retinometers bei verschiedenen Cataractformen und -stadien. (Rassow und Rätzke 1977, Kolling 1978) Die Kongruenz von präoperativer RS und postoperativem Visus war in der Literatur durchgehend größer. Sie betrug mindestens 58,6% (bei Rassow und Rätzke 1977).
Die Aussagen der Literatur über die Ergebnisse bei Augen mit klaren Medien decken sich mit denen dieser Untersuchung. (Makabe 1980, Green und Cohen 1971) Bei Erkrankungen, die den Augenhintergrund betreffen, war die RS meist besser als der entsprechende Visus. Konkrete Zahlenangaben für einzelne Augenerkrankungen liegen kaum vor. Aus diesem Grund wäre es insbesondere für Erkrankungen wie Amblyopie, retrobulbäre Neuritis, Chorioretinitis, vaskuläre Papillitis und Macularleiden wertvoll, eine genauere Untersuchung an einem größeren Patientenkollektiv vorzunehmen, um den Zusammenhang von RS und Visus bei Erkrankungen des Augenhintergrundes aufzuzeigen.

Die Abbildungen 8a bis 8m zeigen die Korrelogramme der in 3.2. vorgestellten Augenerkrankungen beim Vergleich von Visus und RS.

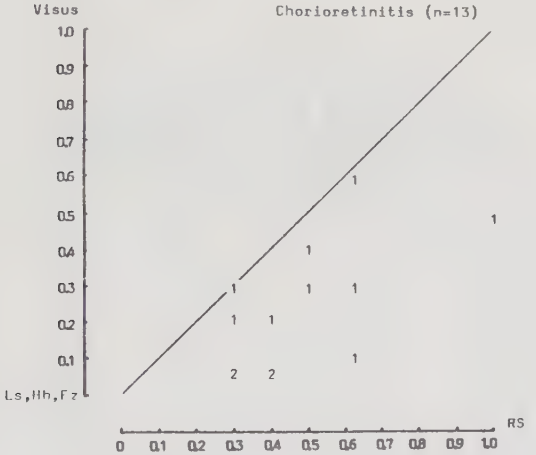

Abb.8a: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Chorioretinitis.

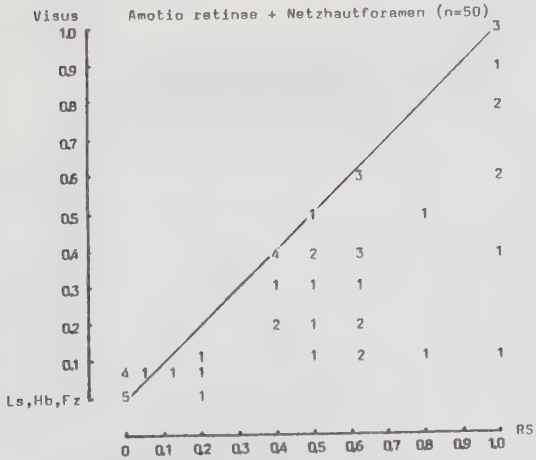

Abb.8b: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Amotio retinae (n=41) oder Netzhautforamen (n=9).

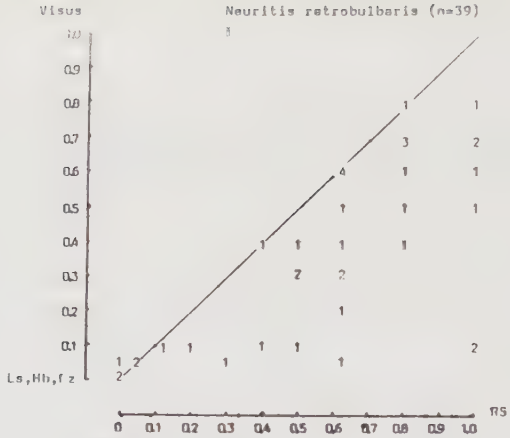

Abb.8c: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Neuritis retrobulbaris.

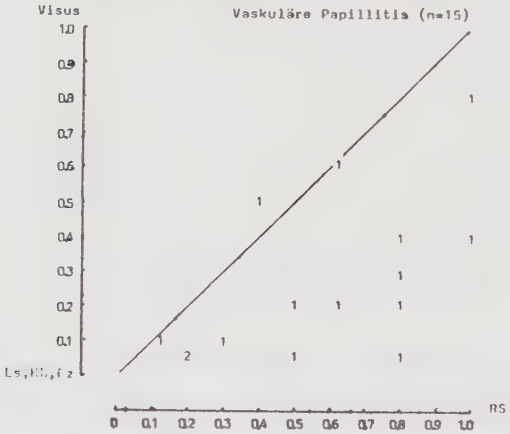

Abb.8d: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit vaskulärer Papillitis.

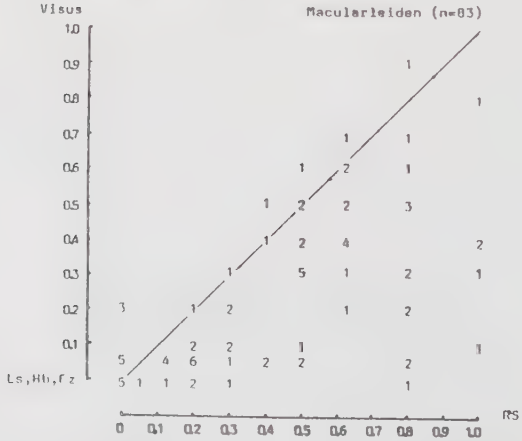

Abb.8e: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Macularleiden.

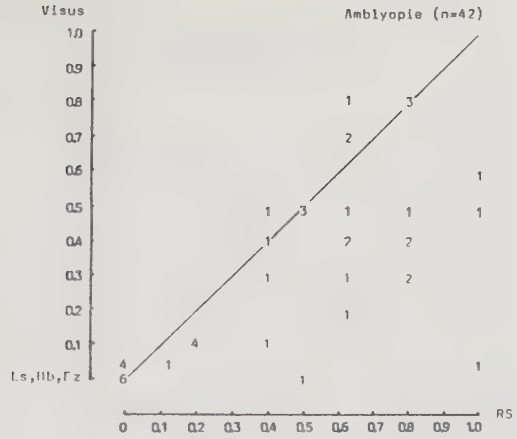

Abb.8g: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Amblyopie.

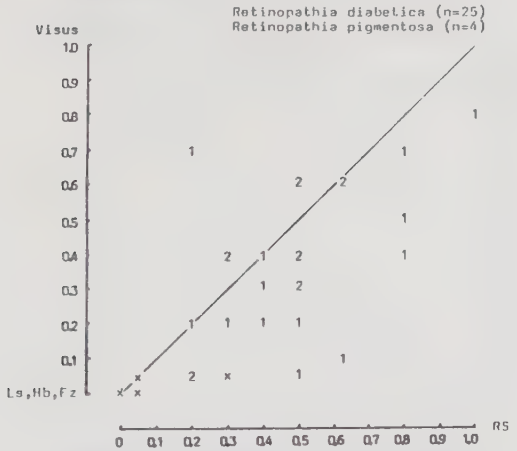

Abb.8f: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Retinopathia diabetica oder Retinopathia pigmentosa (x).

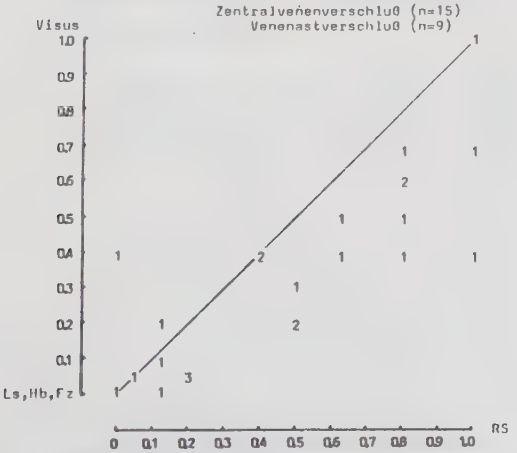

Abb.8h: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Zentralvenenverschluß oder Venenastverschluß.

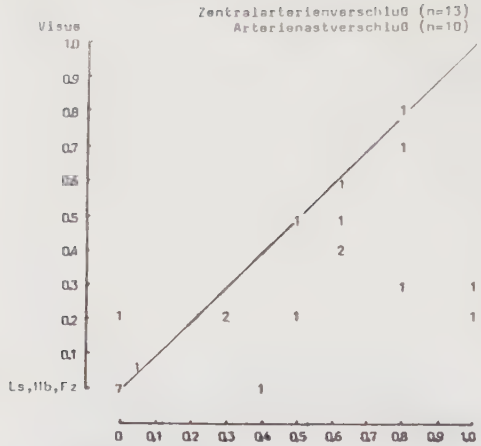

Abb.8i: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Zentralarterienverschluß oder Arterienastverschluß.

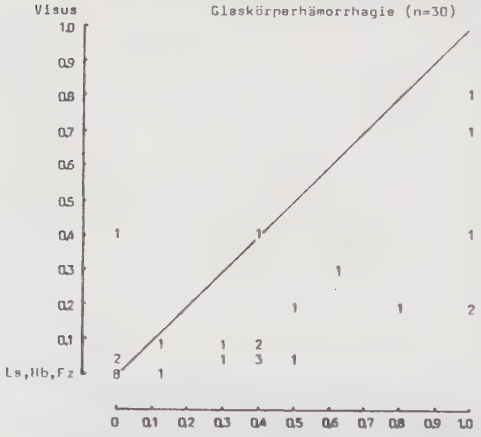

Abb.8j: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Glaskörperhämorrhagie.

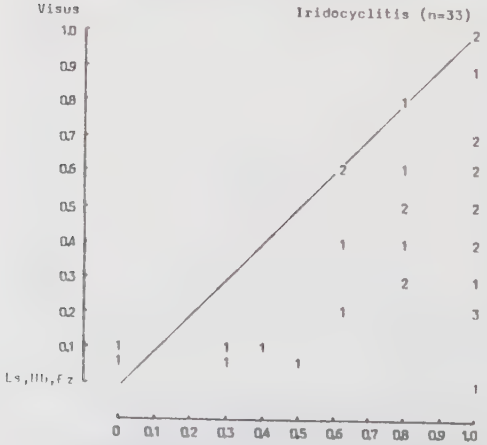

Abb.8k: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Iridocyclitis.

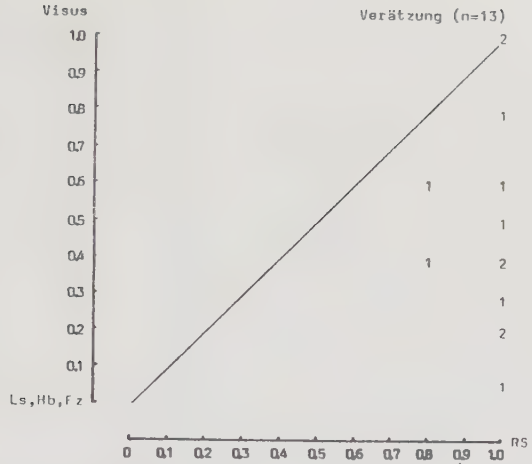

Abb.81: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Verätzung.

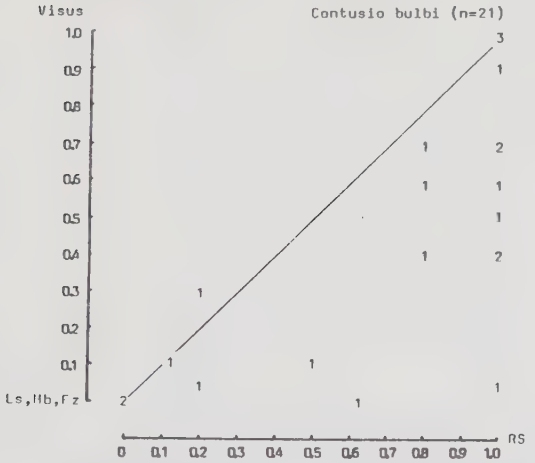

Abb.8m: Vergleich von RS und Visus bei Augen mit Contusio bulbi.

7. LITERATURVERZEICHNIS

Champbell, W.N.
Green, D.G.
Optical and retinal factors affecting visual Resolution. J.Physiol., London 181, 576 (1967)

Comberg, D.W.
Ehrlich, W.
Die Funktionsprüfung bei dichten Medientrübungen des Auges - Die Prüfung mit Interferenzstreifen. aus Abhandlungen aus dem Gebiet d. Augenheilkunde 42, VEB Georg Thieme Leipzig 1973

Goldmann, H.
Beitrag zum Problem d. Bestimmung d. "retinalen Sehschärfe" bei Katarakt. Klin. Monatsbl. Augenheilkunde u. augenärztliche Fortbild., Stuttgart 154, 324 (1969)

Green, D.G.
Testing the vision of cataract patients by means of laser generated interference fringes. Science, N.Y., 168, 1240 (1970)

Green, D.G.
Cohan, M.
Laser Interferometry in the Evalution of Potential Macular Function in the Presence of Opacities in the Ocular Media. Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolaryng. 5, 629 (1971)

Gstalder, R.J.
Green, D.G.
Laser Interferometric Acuity in Amblyopia. J. Pediat. Ophthal. 8, 251 (1971)

Harms, G.
Rassow, B.
(corresponding author)
Zur Richtungsabhängigkeit des visuellen und neuronalen Auflösungsvermögens. Albrecht von Graefes Arch. Klin. Ophthalmol. 215, 123-128 (1980)

Kolling, G.
Die Bedeutung des "Interferenzvisus" bei der Indikation zur Kataraktoperation. Klin. Mbl. Augenheilk. 173, 663-670 (1978)

Le Grand, Y.
Form and Space Vision (translated by Millodot & Heath). Indiana University Press, Bloomington 1967

Le Grand, Y.
Sur la mesure de l'acuité oculaire au moyen de franges d'interférence. C.R. Acad. Sci. Paris 200, 490 (1935)

Lindner, H.
Mataschass, F.
Rauschenbach, B.
Bestimmung der retinalen Sehschärfe mittels Laserinterferenz. Folia ophthalmologica (Leipzig) 3, 142-151 (1978), (Augenklin., Med. Akad. Sekt. Math. u. Physik, TH, Magdeburg)

Lotmar,W.
Use of Moiré Fringes for Testing Visual Acuity of the Retina. Applied 11, No 5, 1266 (1972)

Makabe, R.
Retinometeruntersuchungen bei Katarakt. Klin. Mbl. Augenheilk. 176, 806-807 (1980)

Mischer, W.
Nover, A.
Heinrich, I.
Retinometer-Untersuchungen an Katarakt-Patienten. Aus der Univ.-Augenklinik Mainz (Direktor: Prof. Dr. A. Nover) 1980

Rassow, B.
Rätzke, P.
Der prognostische Wert d. Bestimmung d. retinalen Sehschärfe bei Patienten mit Katarakt. Klin.Mbl.Augenkeilkunde 171, 643-650 (1977)

Rassow, B.
Wolf, D.
Erfahrungen mit dem Laser-Interferenzstreifentest bei d. Messung d. retinalen Auflösungsvermögens. Albrecht v. Graefes Arch. klin. exp. Ophthalm. 187, 61-66 (1973)

Rassow, B.
Wolf, D.
Die Messung der "retinalen Sehschärfe" mit dem Laserinterferenzgerät als klinische Routinemethode. Adv. Ophthal. 34, 116-142 (Karger, Basel 1977)

Retinometer-Sonderdruck
der Fa. Rodenstock, München

Schoemann-Leewangh, A.N. &
Crone, R.A.
Stenopaeic and interference vision. International Ophthalmology 2/3, 157-162 (1980)

Lebenslauf

Als Kind von Peter Günther und seiner Ehefrau Ursula Günther, geborene Kühne, wurde ich am 21.12.1958 in Berlin geboren.

Ab April 1965 besuchte ich die Grundschule und schloß im Juli 1977 das Gymnasium mit dem Abitur ab.

Im Oktober 1977 begann ich mit dem Studium der Medizin in Berlin. Im August 1979 bestand ich die Ärztliche Vorprüfung, im darauffolgenden Jahr das erste Staatsexamen und im April 1983 das zweite Staatsexamen. Es folgte das Praktische Jahr. Am 16.5.1984 beendete ich das Studium mit dem mündlichen Teil des dritten Staatsexamens und erlangte am 29.5.1984 die Approbation als Arzt.

Seit dem 14.September 1984 bin ich mit Klaus Linnarz verheiratet, und am 23.September 1984 wurde unsere Tochter Julia Katrin geboren.

Herrn Prof.Dr.Wollensak danke ich für die Bereitstellung des Themas und für seine konstruktive Kritik bei der Erstellung der Arbeit.

Den Ärzten der Universitätsaugenklinik des Klinikums Westend danke ich für ihre beratende Unterstützung.

Dem Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, insbesondere Frau Plätke, danke ich für die Hilfe bei der Erstellung des statistischen und graphischen Teils der Arbeit, sowie für die kritische Überprüfung und dem großen inhaltlichen Interesse an dieser Arbeit.

Meinem lieben Ehemann danke ich für seinen unermüdlichen Einsatz bei allen organisatorischen und formalen Problemen.

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen